# ***PARTE B DO EDITAL***

# PROJETO EXECUTIVO DA 1ª ETAPA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO SERRARIA

***ATUALIZADO EM: 25/05/2009***

# PARTE B

# ESPECIFICAÇÕES GERAIS E DO PROJETO

## *I. ESPECIFICAÇÕES DO PROJETO EXECUTIVO DA 1ª ETAPA DA ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS SERRARIA*

### *1 INTRODUÇÃO*

A ETE Serraria foi projetada com unidade de tratamento preliminar (gradeamento e caixa de areia) e com 12 (doze) módulos de Reatores Anaeróbios e Decantadores, prevendo-se ainda uma etapa de ampliação futura com 12 módulos de reatores de lodos ativados associados a sistemas de nitrificação e denitrificação.

Entretanto, a fim de adequar a capacidade da ETE ás vazões de projeto de início de plano, 2 (dois) dos módulos de Reatores Anaeróbios e Decantadores terão sua execução postergada até que a demanda atinja níveis que justifiquem o investimento, otimizando dessa maneira o uso dos recursos disponíveis.

**Desta forma, não se incluem no objeto da licitação a que se refere esta Parte B, o primeiro bloco de tratamento, constituído pelos Reatores Anaeróbios 1 e 2 e pelos Decantadores 1 e 2.**

Dessa forma a descrição dos serviços a seguir, bem como as especificações técnicas apresentadas deverão ser consideradas no que tange aos materiais, serviços e equipamentos relativos aos Reatores Anaeróbios 03 a 12 e Decantadores 03 a 12 além de todas as demais unidades da 1ª. Etapa.

As obras serão rigorosamente acompanhadas e fiscalizadas pelo ***Departamento*** através da ***Supervisão*** indicada na ordem de início.

As especificações aqui apresentadas compõem o projeto executivo da Estação de Tratamento de Esgotos Serraria, objeto deste Edital.

Os serviços serão executados, naquilo que não contrariem estas especificações, de acordo com o Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre, em especial os volumes 2 e 5, as Normas Gerais de Empreitadas, da Prefeitura Municipal de Porto Alegre (PMPA/NGE/74) e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR 14486, 7362 e 10569, bem como do caderno técnico de execução de rede de esgoto cloacal do ***Departamento***.

A execução das obras deverá obedecer rigorosamente às plantas, desenhos e detalhes do Projeto, fornecido pelo ***Departamento***, as recomendações específicas dos fabricantes dos materiais a serem empregados e os demais elementos que a ***Supervisão*** venha a fornecer.

Quando surgirem serviços não contratados, a ***Contratada*** não poderá executá-los.

A ***Contratada*** proporcionará ***Supervisão*** adequada através de equipe habilitada e com experiência para executar os serviços contratados, bem como fornecerá os equipamentos necessários e em quantidades suficientes para atender às exigências dos serviços, dentro do prazo previsto pelo Contrato.

O ***Departamento*** se reserva o direito e a autoridade para resolver todo e qualquer caso singular que porventura venha a ser omitido nestas especificações e que não esteja definido em outros documentos contratuais, bem como no próprio Contrato ou Projeto.

A omissão de qualquer procedimento destas especificações ou do Projeto Executivo, não exime a ***Contratada*** da obrigatoriedade da utilização das melhores técnicas concebidas para os trabalhos, respeitando os objetivos básicos de funcionalidade e adequação dos resultados.

## *2 MATERIAIS*

A ***Contratada*** fornecerá todos os materiais necessários à execução das obras da ETE Serraria, tais como: cimento, aço, agregados, azulejos e cerâmicas, pisos, tijolos, vidros, etc., incluindo o transporte e a descarga da totalidade dos materiais. As especificações dos materiais e dos serviços pertinentes à utilização dos mesmos estão apresentadas detalhadamente nos itens 4 a 16, a seguir.

### *2.1 INSPEÇÃO DOS MATERIAIS*

Todos os materiais a serem fornecidos para as obras deverão ser inspecionados conforme determinam as normas vigentes da ABNT, para cada material, às expensas da ***Contratada***, que indicará o laboratório para a realização dos testes, para aprovação do ***Departamento***.

Os lotes de materiais deverão ser entregues no canteiro de obras com as respectivas Notas Fiscais fornecidas pelo fabricante, juntamente com os Laudos de Inspeção. Todos os materiais liberados deverão estar identificados com o sinete padrão do laboratório que realizou os ensaios.

O laboratório que realizar os ensaios deverá ser de reconhecida capacidade e idoneidade, devendo ser aprovado, formalmente, pelo ***Departamento***. Será sempre dada preferência a laboratório oficial público, como CIENTEC do RS.

Os materiais somente poderão ser utilizados na obra, após a comprovação da referida inspeção, conferência e autorização da ***Supervisão***.

As coletas de amostras para ensaio também serão efetuadas conforme determinam as normas da ABNT.

No laudo de inspeção deverão estar identificados plenamente:

***a)*** o fabricante;

***b)*** o lote, com a quantidade e tipos de materiais;

***c)*** destinatário;

***d)*** os ensaios a que foram submetidos;

***e)*** data da liberação;

***f)*** relação das notas fiscais fornecidas pelo fabricante que se referem ao lote inspecionado.

*OBS: Todos os materiais que tiverem Normas específicas correspondentes deverão ser submetidos aos respectivos ensaios nelas solicitado.*

Em materiais a serem fornecidos com qualquer tipo de revestimento, a inspeção deverá ser realizada antes e após a aplicação do mesmo.

De modo geral, serão válidas todas as instruções, especificações e normas oficiais no que se refere à recepção, transporte, manipulação, emprego e estocagem dos materiais a serem utilizados nas diferentes obras.

O prazo de entrega deverá incluir o tempo necessário para a realização dos testes e ensaios exigidos. Não será admitido atraso em função de eventuais reprovações dos materiais.

O ***Departamento*** a seu critério, quando julgar necessária a realização de testes do material entregue, para comprovar a sua qualidade, poderá, às suas expensas, realizar a inspeção do material, conforme as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), pela Fundação Estadual de Ciência e Tecnologia (CIENTEC), ou outro que julgar conveniente.

Os materiais adquiridos deverão ser estocados de forma a assegurar a conservação de suas características e qualidades para emprego nas obras, bem como a facilitar sua inspeção. Quando se fizer necessário, os materiais serão estocados sobre plataformas de superfícies limpas e adequadas para tal fim, ou ainda em depósitos resguardados das intempéries.

Será proibido à ***Contratada*** manter no recinto das obras quaisquer materiais que não satisfaçam a estas especificações.

## *3 SEQUÊNCIA DOS SERVIÇOS*

A ***Contratada*** de posse de ordem de início, e já devidamente instalada, deverá executar o serviço seqüencialmente da seguinte forma:

***1.*** Detalhamentos Complementares de Elementos Específicos do Projeto;

***2.*** Instalação das placas da obra;

***3.*** Instalação do canteiro de obras e colocação de tapumes caso necessário;

***4.*** Limpeza, destocamento e decapagem da área de implantação das obras:

***5.*** Nivelamento total da área da obra, com lançamento de linhas auxiliares de Referência de Nível (RN). Concomitantemente ao lançamento da linha auxiliar, deverá haver o acompanhamento de um técnico capacitado de nível superior, afim de que, todas as medidas ambientais, compensatórias e/ ou mitigadoras solicitadas no RIA sejam cumpridas. O marco de referencia será o RN MA-1, cota 4,898, localizado junto ao portão do 8º Esquadrão da Cavalaria Mecanizada, na Av. Orleans, esquina com o Beco dos Amigos, conforme apresentado no desenho nº ETE 4150 0A-01 P.

***6.*** Apresentação à ***Supervisão*** do DMAE do plano de trabalho, resultante das medidas citadas no item anterior, e sua aplicabilidade incluindo-se as prospecções geotécnicas nas áreas indicadas no RIA.

***7.*** Apresentação à ***Supervisão*** de rede RN´s auxiliares, de acordo com o Plano de Trabalho constante do cronograma físico;

***8.*** Escavação da área correspondente a implantação de 10 unidades de dos UASB (03 a 12), 10 unidades dos Decantadores (03 a 12) e da Caixa de Distribuição 1 até a cota (-1,50 m);

***9.*** O material escavado será lançado em caminhões caçamba e descarregado no contorno da área da ETE, para futuro reaterro da obra até a cota +3,00m. Este aterro temporário contribuirá para o adensamento da área de implantação da segunda etapa da ETE.

***10.*** Paralelamente e progressivamente acompanhando as frentes de escavação, serão reaterradas as cavas através de aterro hidráulico, com areia bombeada a partir de chatas. Essa camada de areia deverá reaterrar a cava na área escavada até a cota -0,70m, com espessura de 0,80m, de forma a permitir o trânsito dos equipamentos (bate estacas, tratores, etc). Este tipo de aterro será também realizado na parte da obra não escavada até a cota +3,00m, com espessura de 1,00m.

***11.*** Rebaixamento do lençol freático e esgotamento da cava, conforme previsto no item 4.7 desta especificação;

***12.*** Execução dos serviços de cravação das estacas pré-moldadas das obras enterradas (UASB, Decantadores e Caixas de Distribuição);

***13.*** Arrasamento da cabeça das estacas;

14. Execução dos blocos sobre as estacas e vigas de fundações em concreto armado;
15. Execução do serviços de estruturas de concreto;
16. Assentamento das tubulações de interligação das unidades.
17. Impermeabilização de todas as estruturas que possam sofrer infiltração ou estejam em contato com o solo;
18. Reaterro da área central da ETE com material proveniente da escavação até a cota +3,00m entre os tanques já construídos, com definições das vias de circulação;
19. Execução das obras civis complementares (alvenarias, pisos, telhados, pinturas e acabamentos) referente a cada obra específica, bem como das obras não enterradas, tais como tratamento preliminar, prédio de administração, tanque de lodo, casa de desidratação;
20. Urbanização e paisagismo da área;
21. Montagem de tubulações e equipamentos hidromecânicos;
22. Instalação dos quadros elétricos, alimentação elétrica dos grupos;
23. Instalação do sistema de comando e controle, etc.;
24. Testes dos equipamentos de comando e controle;

## 4 SERVIÇOS PRELIMINARES

Os serviços preliminares compreendem ao Detalhamento dos Projetos, Instalação do Canteiro de Obras, Limpeza do Terreno, Locação das Obras, Instalação das Placas de Obras, bem como os serviços de terraplenagem da área correspondente aos Reatores Anaeóbios (UASB) e Decantadores, conforme especificados nos subitens apresentados na seqüência.

### 4.1 DETALHAMENTOS COMPLEMENTARES DE ELEMENTOS ESPECÍFICOS DO PROJETO DA ETE SERRARIA

O detalhamento do projeto compreenderá os seguintes elementos:

- Projeto do canteiro de obras, incluindo acessos, edificações, instalações hidráulicas e metálicas, laboratório de controle tecnológico e demais equipamentos e instalações necessárias;
- Levantamentos topográficos complementares;
- Levantamentos geotécnicos complementares;
- Detalhamento do processo de execução das escavações e reaterros;
- Detalhamento das tubulações de interligação das unidades;
- Detalhamentos executivos das fundações e de estruturas de concreto das unidades de tratamento;

- Definição do local de bota-fora;
- Planejamento executivo detalhado da execução das obras, com diagrama de programação tipo PERT e cronograma de alocação de pessoal e equipamentos;

## *4.2 PLACAS DE OBRAS*

### *4.2.1 GENERALIDADES*

A ***Contratada*** providenciará a execução de um painel (conforme os croquis descritos em subitem a seguir), onde serão colocadas as placas da Prefeitura Municipal de Porto Alegre/***Contratada*** e da ***CEF***.

O painel de placas será instalado em local a ser determinado pela ***Supervisão***. No canteiro de obras só poderão ser colocadas outras placas de eventuais subcontratados e de firmas fornecedoras, após prévio consentimento do ***Departamento***.

As correções gráficas e ortográficas das legendas, implantação, conservação, retirada da placa e demais cuidados necessários à sua preservação serão de responsabilidade da ***Contratada***, de acordo com a orientação da ***Supervisão***.

As placas deverão estar instaladas até 5 (cinco) dias após ser dada a ordem de início da respectiva obra.

As letras das placas da Prefeitura, no espaço para descrição da obra, deverão ser na cor branca.

O custo das placas deverá estar incluído no valor proposto para instalação do canteiro de obras.

### *4.2.2 PLACA DA PREFEITURA*

Será confeccionada uma placa conforme padrão da Prefeitura de Porto Alegre, nas dimensões de 2,00 x 2,00 m, em folhas de zinco 24 e estruturas em quadro de madeira de lei.

### *4.2.3 PLACA DA CONTRATADA*

Será confeccionada uma placa na dimensão de 1,50 x 2,00 m no padrão da Empresa.

A placa da Prefeitura, no final da obra, será retirada e entregue ao ***Departamento***, na Seção de Conservação, da Divisão de Obra, situada na Rua Câncio Gomes, 39, Bairro Floresta.

### *4.2.4 PLACA DO ÓRGÃO FINANCIADOR (CEF / PAC)*

As placas devem ter sempre o formato retangular na proporção de 1,5 para 1. A largura será dividida em 2 partes iguais, e a altura em 5 partes iguais. O tamanho e as medidas não poderão ser inferiores aos das outras diferentes placas presentes na obra, respeitadas, no mínimo, as dimensões de 3,00m X 2,00m, com os logotipos e inscrições conforme padrão do agente financeiro.

#### ***4.2.5 PAINÉIS DE PLACAS***

As placas deverão ser dispostas nos painéis, conforme estabelecido pela ***Fiscalização***, cabendo à ***Contratada*** submeter o respectivo croquis para aprovação

### ***4.3 CANTEIRO DE OBRAS (CONFORME NS001 – DMAE)***

Antes da execução do canteiro, a ***Contratada*** deverá submeter à ***Supervisão*** do ***Departamento*** o "layout" do mesmo para aprovação ou re-estudo, caso a ***Supervisão*** julgue necessário.

Todos os componentes do canteiro de obras deverão ser executados de forma a apresentarem um conjunto uniforme, ou seja, deverão ser construídos com o mesmo tipo de material, e pintados na cor branca, podendo ser de madeira.

As edificações do canteiro deverão atender ao prescrito na NR-18 do Ministério do Trabalho e Emprego, no que tange às áreas de vivência, e contemplar, no mínimo, as seguintes unidades:

- Escritório com área de 50 $m^2$;
- Escritório para a Fiscalização com área de 12 $m^2$;
- Almoxarifado com área de 50 $m^2$;
- Alojamento com área de 50 $m^2$;
- Refeitório com área de 50 $m^2$;
- Sanitário com área de 50 $m^2$;
- Ambulatório com área de 20 $m^2$;
- 2 Guaritas, uma com área de 10 $m^2$ e outra com área de 5 $m^2$;
- Telheiro para guarda de máquinas e equipamentos com área de 100 $m^2$.

As obras poderão ser executadas em compensado resinado, com piso de tábua sobre pilares de tijolos maciços, cobertura em telha ondulada de fibrocimento, porta e janela veneziana (ambas em madeira). Deverão incluir todo o mobiliário como mesas, cadeiras e local para guardar documentos, bem como computadores e periféricos, necessários à operação do canteiro durante a execução das obras.

O canteiro de obras deverá ser projetado e executado levando-se em consideração as proporções e características da obra, com locais próprios para almoxarifado, telheiros, depósitos, etc., necessários à obra, bem como instalações sanitárias compatíveis com o número dos operários.

A ligação provisória de energia elétrica é de responsabilidade única da ***Contratada***, devendo ser solicitada às Concessionárias responsáveis pelos serviços de fornecimento de água, energia elétrica e telefone. No que cabe ***DMAE,*** ainda que a obra seja do próprio ***Departamento,*** o consumo será medido e cobrado da ***Contratada***.

A ***Contratada*** deverá providenciar os serviços de portaria e vigilância noturna durante todo o período de duração das obras.

Se no terreno escolhido para instalação do canteiro de obras for necessária a execução de tapumes, os custos de execução dos mesmos não serão pagos à parte, devendo, portanto a ***Contratada*** prever esta possibilidade quando da composição dos custos para o Item **CANTEIRO DE OBRAS**.

### *4.4 TAPUME SIMPLES COM COMPENSADO*

Entende-se por tapume a vedação com material opaco e resistente, destinado a delimitar o canteiro de trabalho. Deverão ser utilizadas placas de madeira compensada com espessura de 6 mm. Serão fixadas em três caibros de 7,5 x 7,5 cm de pinho de terceira, dispostos horizontalmente com 1,062 m de centro a centro. Os caibros prendem-se em moirões de madeira de lei com 0,075 x 0,075 m de seção de 3,10 m de comprimento, dispostos verticalmente com intervalos de 2,275 m. Os moirões serão enterrados em cavidades com 0,25 m de diâmetro e 1,00 m de profundidade, devendo apresentar rigorosamente 2,20 m na porção externa. O chumbamento dos moirões se fará por meio de concreto de qualidade ƒck = 150 kgƒ/cm2.

A parte dos moirões a ser enterrada deverá ser pintada com tinta imunizante, devendo esta pintura atingir até 15 cm acima do nível do terreno.

A fixação das placas nos caibros, e a destes nos moirões, serão feitas por meio de pregos ou parafusos, não podendo haver saliências em relação ao plano definido pelas placas. Os caibros e moirões ficarão para o lado de dentro do canteiro.

Haverá janelas para observação por parte do público, dispostas de tal forma que haja quatro painéis fechados entre duas janelas consecutivas. A parte superior das mesmas corresponderá ao caibro superior. A altura será de 1,062 m. Será guarnecida com tela de arame galvanizado BWG 12 com malhas quadrangulares de 2 ½” dispostas em diagonal.

Os tapumes serão pintados externamente com tinta plástica, na cor a ser estabelecida pelo ***DMAE***.

Quando estiverem localizados em passeios, não deverão tomá-los totalmente. Deve-se preservar uma faixa de passeio entre 0,60 e 1,20 m. A altura dos tapumes deverá obedecer ao código de obras do Município.

### *4.5 LIMPEZA DO TERRENO*

Esta limpeza refere-se à área onde será executada a obra da ETE de forma a prepará-la para a nova urbanização.

Os serviços deverão ser executados dentro da melhor técnica, evitando-se danos a terceiros.

As operações de limpeza serão executadas mediante a utilização de equipamentos adequados, complementados com o emprego de ferramentas manuais.

Os serviços de limpeza serão desenvolvidos após o recebimento da nota de serviço respectiva, e não deverão ser executadas escavações desnecessárias, trabalhando sempre superficialmente; de qualquer modo, os serviços deverão ser conduzidos de forma a remover todos os entulhos, vegetação, árvores, destocamento, etc. Todo o material removido será destinado à local de bota-fora, a ser fixado pela ***Supervisão***.

O controle das operações de limpeza será feito por apreciação visual da qualidade dos serviços.

Os serviços de limpeza, incluída a remoção do material, serão medidos em função da área efetivamente trabalhada.

### *4.6 LOCAÇÃO DE OBRA POR m² CONSTRUÍDO*

Consiste na demarcação do perímetro e nivelamento das obras dentro da área da ETE, conforme coordenadas definidas no desenho ETE 4150 0A-09, com o emprego de equipamentos topográficos, tais como teodolitos, níveis, estação total, etc, reservando-se ao ***Departamento*** o direito de efetuar a conferência dos mesmos.

A demarcação consta do posicionamento da obra no terreno através de estacas e determinação das cotas dos cantos externos dos pisos, nivelamento e alinhamento das paredes. O nivelamento das paredes é materializado com estacas e sarrafos de madeira.

As marcas e RN’s (referências de nível) deverão ser indicadas e conservadas.

Quando for constatado erro de nivelamento, a ***Contratada*** deverá providenciar a correção, devendo os serviços adicionais e/ou os danos aos materiais fornecidos pelo DMAE correrem por conta da ***Contratada***.

As conseqüências decorrentes de erro da locação serão de exclusiva responsabilidade da ***Contratada***.

Deverão ser apresentados todos os dados necessários e exigidos na folha de cadastro.

### *4.7 REBAIXAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E ESGOTAMENTO DA CAVA*

A ***Contratada*** será totalmente responsável pela execução deste item, cabendo-lhe deixar a cava em condições de trabalho.

As bombas para esgotamento de água, deverão ter capacidade suficiente para possibilitar a retirada de água do interior da escavação para um ponto a jusante do arroio. A retirada da água será feita através de mangueiras flexíveis e com comprimentos que atendam às necessidades locais, de modo a que o escoamento possa ser efetuado na região estipulada. As bombas poderão ser comandadas por dispositivo automático se as condições permitirem, porém o comando poderá ser feito manualmente. Todo este dispositivo deverá ficar instalado abrigado, a fim de evitar danos e mau funcionamento de suas peças.

Caso o sistema seja suprido por energia elétrica local, deverá ser ligado à rede elétrica local um gerador de emergência com capacidade suficiente para fornecer energia, no caso de um colapso da rede elétrica. Deverá ser assegurado que o gerador de emergência seja submetido a testes semanais de funcionamento. A ligação do gerador do sistema elétrico deverá ser feita de tal maneira que permita uma ligação extremamente rápida.

Deverão ser previstos vários ramais de alimentação (ligados em anel), de modo a se manter um suprimento contínuo de energia elétrica a todo o sistema, mesmo em caso de falha de algum deles, evitando o desligamento de alguma bomba.

O esgotamento será medido por hora de bomba esgotando, incluindo os serviços de esgotamento, suprimento de energia. Para tal os equipamentos de bombeamento deverão ser dotados de horometro, que permita a determinação do tempo efetivo de trabalho das bombas.

Não será medido o tempo que as bombas estiverem inoperantes, independente do motivo.

Os preços unitários deverão apresentar a compensação por todos os serviços de esgotamento, definidas nas Especificações Técnicas, incluindo as despesas relativas à mão-de-obra, equipamentos, ferramentas e demais quesitos necessários à adequação da execução da obra.

## *4.8 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO ESCAVADO*

O material escavado, conforme resultados das sondagens e ensaios, será enquadrado dentro da seguinte classificação:

*1ª Categoria*: Lodo.

*2ª Categoria*: Terra (areia, argila, saibro, tabatinga, etc.).

*3ª Categoria*: Moledo ou rocha decomposta.

*4ª Categoria*: Rocha viva ou bloco de rocha.

O material classificado como 1ª Categoria, ou seja, lodo será aquele em cujo terreno o lençol freático esteja muito próximo à superfície, e em cuja escavação sejam necessários cuidados especiais para sua remoção e constante esgotamento da água.

Em 2ª Categoria, estão os solos constituídos de material argiloso, siltoso, arenoso, saibro, ou ainda, mistura destes, removíveis a pá e picareta, e que apresentam bom rendimento quando escavados mecanicamente.

Em 3ª Categoria, estão os solos constituídos de rocha alterada, mas que ainda possam ser removidos mecanicamente.

Em 4ª Categoria, estão blocos de rocha ou rocha viva, em cuja remoção tenha que ser utilizados rompedores, marteletes, dardos ou explosivos.

## *5 MOVIMENTO DE TERRA*

As escavações e/ou aterros serão executados de modo a não causarem danos à vida e/ou propriedades.

Os serviços em terra deverão obedecer, no que couber, ao Caderno de Encargos da PMPA, Volume 5, item 3, das Especificações Gerais de Serviços.

A execução de escavações e/ou aterros implicará responsabilidade integral da ***Contratada***, pela resistência e estabilidade dos maciços resultantes.

Os transportes, decorrentes da execução dos serviços de escavação e/ou aterro, ficarão a cargo da ***Contratada***.

A execução dos trabalhos de escavação obedecerá aos respectivos projetos e as prescrições da norma da ABNT - NBR 6122.

A escavação será executada para a implantação das fundações e das tubulações, conforme definido nos projetos.

A escavação será executada de acordo com os gabaritos fixados pelo projetista, com dimensões compatíveis com a obra. Os materiais retirados da escavação deverão ser depositados a uma distância superior a 0,50 m da borda da superfície escavada.

## *5.1 ESCAVAÇÃO MECÂNICA EM SOLO*

A escavação mecânica de solos será realizada na área correspondente aos Reatores Anaeróbios e aos Decantadores, bem como para a abertura de valas para assentamento das tubulações de interligação da ETE, das tubulações e obras da rede de drenagem pluvial e das tubulações do sistema de rebaixamento do lençol freático.

As escavações mecânicas serão realizadas com utilização de equipamentos mecânicos adequados. Compreendem as escavações em solos de 1ª, 2ª e 3ª categorias em locais que permitam o acesso de equipamentos mecânicos. Em função das dimensões das escavações a serem executadas, e do tipo de serviço, serão usadas retro-escavadeiras sobre pneus, escavadeiras sobre esteiras ou tratores de lâmina. Estes devem ser operados por pessoal capacitado.

A ***Contratada*** deverá executar as escavações utilizando ao máximo os processos mecânicos ficando os métodos manuais reservados para quando, a juízo exclusivo da ***Supervisão***, os processos mecânicos se tornarem inadequados.

Estes meios deverão ser compatíveis com a necessidade de produção para o cumprimento de prazos, com o espaço disponível para a operação do equipamento e com as profundidades que deverão ser atingidas.

Neste procedimento de escavação deverão ser respeitados os alinhamentos, as dimensões, forma e cotas, constantes no projeto.

No caso das escavações para a implantação dos Reatores Anaeróbios e aos Decantadores, o material escavado deverá ser depositado em áreas de estoque localizadas nas faixas laterais da ETE correspondentes à 2ª. Etapa, para posterior reaproveitamento no reaterro após a construção das unidades, conforme desenhos ETE 4150 0D-01 P, ETE 4150 0D-02 P e ETE 4150 0D-03 P.

No caso das escavações para assentamento das tubulações de interligação e da rede de drenagem pluvial, as cotas das escavações, fundações e da geratriz superior das tubulações deverão ser verificadas imediatamente após as escavações/assentamento, e também antes do reaterro das cavas ou valas, para correção no nivelamento. Para isso a ***Contratada*** deverá disponibilizar uma equipe de topografia em tempo integral equipada com nível, teodolito ou estação total. Tais serviços não serão pagos separadamente, devendo ter seus custos incluídos no Item Escavação.

### ***5.1.1*** Escavação em solos moles

Para os terrenos lodosos, ou com o nível do lençol freático próximo à superfície, a abertura da cava ou vala deverá ser feita em lances pequenos, compatíveis com a natureza do solo a fim de facilitar o trabalho de escoramento e esgotamento da água.

## *5.2 REATERRO COM MATERIAL LOCAL (MANUAL E MECÂNICO)*

O reaterro tem como finalidade restabelecer o nível de terreno das áreas escavadas definidas no projeto e nas valas para assentamento das tubulações de interligação e de drenagem pluvial. Qualquer alteração deverá ser submetida à ***Supervisão***.

O material deverá ser selecionado atendendo a sua qualidade e a destinação prevista no projeto, ou a critério da ***Supervisão***. O material utilizado para reaterro deverá ser isento de pedras, para não danificar as tubulações.

O reaterro deverá ser executado de maneira que resulte em densidade aproximadamente igual a do solo que se apresenta nas paredes das valas, utilizando-se de preferência o mesmo tipo de solo, isento de corpos estranhos.

A compactação mecânica será executada em camadas, com espessura máxima de 30cm. A compactação mecânica será realizada com o emprego de "sapos mecânicos" ou rolos compressores. Será utilizado material da própria escavação.

Caso o reaterro não atenda às exigências do Projeto e/ou da Especificação os serviços deverão ser refeitos, sem qualquer ônus para o DMAE, devendo todos os outros serviços necessários e decorrentes, da mesma forma, serem refeitos, tantas vezes quantas forem necessárias.

A ***Supervisão*** reserva-se ao direito de suspender temporariamente os serviços, quando a umidade do terreno não permitir a compactação desejada, ou quando a ***Contratada*** não tiver condições de fornecer material importado.

É estritamente proibida a compactação da última camada do reaterro com rodado da retroescavadeira, caminhão, etc.

A compacidade relativa da areia será definida pelo índice de vazios mínimos de solos coesivos (Norma ABNT – MB 3388), devendo em todos os pontos da envoltória, atingir valores superiores a 70% (setenta por cento).

O reaterro manual deverá ser executado em camadas não superiores a 0,20 m, compactadas manualmente utilizando-se para isto o material da vala.

O espaço compreendido entre as paredes e a superfície externa do tubo deverá ser preenchido com material cuidadosamente selecionado, isento de corpos estranhos como pedras, torrões, materiais duros, etc.

Considerar-se-à como volume de reaterro, para efeito de pagamento, o volume escavado, subtraído do volume ocupado pela canalização.

## *5.3 ATERRO COMPACTADO COM MATERIAL DE EMPRÉSTIMO*

Se o material escavado apresentar características que não sejam indicadas para o aterro ou não for suficiente, deverá ser utilizado material importado de jazidas.

Todo o material adquirido pela ***Contratada*** para este fim deverá ser aprovado pela ***Fiscalização*** e atender o padrão de qualidade das obras.

Neste caso, por se tratar de material adquirido comercialmente, seus valores serão mais elevados, além do custo de transporte do fornecedor até o local da obra. Também neste caso deverá a ***Contratada*** submeter à ***Fiscalização*** os fornecedores e valores, e se adequar aos preços unitários constantes das planilhas de orçamento.

A compactação mecânica será executada em camadas, com espessura máxima de 30cm e deverá ser realizada com o emprego de “sapos mecânicos” ou rolos compressores.

Caso o aterro não atender as exigências do Projeto e/ou da Especificação os serviços deverão ser refeitos, sem qualquer ônus para o **DMAE**, devendo todos os outros serviços necessários e decorrentes, da mesma forma, serem refeitos, tantas vezes quantas forem necessárias.

### *5.4 TRANSPORTE, CARGA, DESCARGA E ESPALHAMENTO DO MATERIAL ESCAVADO*

Conforme Resolução nº 307, de 05 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), todos os resíduos de construção civil e os resultantes de remoções de vegetação e escavação de solos devem ser dispostos em locais adequados, ficando a responsabilidade pelo descarte desses resíduos para os próprios geradores.

Todos os materiais provenientes de escavação, que não forem reaproveitados nos reenchimentos das cavas ou valas, deverão ser removidos para o local identificado pelo Departamento Municipal de Limpeza Urbana – DMLU.

Estão incluídos nesse item além da remoção dos materiais excedentes das escavações para assentamento das tubulações e obras, também a execução dos serviços concernentes ao reaterro das áreas entre os Reatores Anaeróbios e Decantadores.

Os custos de carga, transporte, descarga e espalhamento do material no local de destino deverão estar incluídos no valor a ser cotado neste item.

Da mesma forma, os custos dos serviços de remoção manual do material, com padiolas, carrinhos-de-mão, etc., deverão estar incluídos no valor a ser cotado neste item.

Os serviços serão medidos com base nos volumes geométricos efetivamente removidos, medidos no corte (estado natural, sem considerar o empolamento), e pagos por metro cúbico incluindo as operações de carga, descarga e transporte até o local a ser depositado.

O valor a ser cotado nesse item depende da distância de transporte e do tipo de equipamento a ser utilizado, conforme definido na planilha de orçamento.

### *5.5 CONTROLE TECNOLÓGICO DOS ATERROS*

a) um ensaio de compactação, segundo o método DNER-ME 47-64, para cada 500 m3 de material do corpo do aterro;

b) um ensaio para determinação de massa específica aparente seca, "in situ", para cada 500 m3 de material compactado do corpo do aterro, correspondente ao ensaio de compactação referido na alínea a) e, no mínimo, duas determinações por camada por dia;

c) um ensaio de granulometria (DNER-ME 80-64), do limite de liquidez (DNER-ME 44-64) e do limite de plasticidade (DNER-ME 82-63), para o corpo do aterro, para todo grupo de cinco amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo a alínea a);

d) um ensaio do índice de suporte Califórnia, com a energia do método DNER-ME 47-64, para cada grupo de quatro amostras submetidas ao ensaio de compactação, segundo alínea a).

## *6 ESCORAMENTO*

O escoramento aqui especificado refere-se a instalação de tubulações de interligação entre unidades da ETE, para o assentamento da rede drenagem pluvial, bem como para as escavações de obras na escavação geral da parte central do terreno, e o tipo de escoramento a utilizar foi definido de acordo com a categoria do material a ser escavado e de acordo com a profundidade da vala a escavar, conforme descrito nos itens a seguir.

A medição e pagamento serão por metro quadrado de parede de vala ou cava efetivamente escorada.

### *6.1 ESCORAMENTO CONTÍNUO DE MADEIRA*

Na execução da ETE Serraria este tipo de escoramento será utilizado para as obras das Canalizações de Interligação das Unidades da ETE e da rede de drenagem pluvial.

Será executado escoramento toda vez que a escavação, em virtude da natureza do terreno ou da profundidade da escavação prevista possa provocar desmoronamento dos taludes da vala para assentamento das tubulações. Caso a ***Contratada*** pretenda alterar o tipo de escoramento a ser utilizado, deverá submeter à ***Supervisão***, ficando a critério da mesma a aprovação da alteração.

O escoramento descontínuo consiste na contenção do talude da escavação por pranchas verticais de seção 5 x 30 cm, espaçadas entre si de, no máximo, 30 cm, travadas horizontalmente por longarinas de seção 8 x 16 cm, distanciadas (entre eixos) verticalmente de, no máximo, 1,0 m e por estroncas de eucalipto roliço, de diâmetro mínimo de 20 cm.

As pranchas deverão ter uma ficha de, no mínimo, 20 cm no fundo da vala ou cava, e ultrapassar, no mínimo, 20 cm o nível superior do terreno.

As estroncas serão distanciadas (entre eixos) horizontalmente de, no máximo, 1,35 m; porém, não afastadas mais de 0,40 m das extremidades das longarinas.

### *6.2 ESCORAMENTO METÁLICO*

Será executado na escavação das obras da Elevatória de Diluição de Cloreto, da Elevatória de Água de Retorno, da Elevatória de Alimentação do Tanque de Lodo e dos Tanques de Estocagem de Químicos.

Consiste na contenção das paredes laterais da escavação por cortina de estacas-pranchas de aço providas de encaixe, cravadas através de bate-estacas, com ficha compatível com o tipo de solo e profundidade da cava.

As cortinas são contidas por meio de longarinas e estroncas à medida que avança a escavação.

As longarinas e estroncas poderão ser metálicas (perfis de aço laminados ou soldados) ou de madeira.

Eventualmente, a parte superior da estaca, ao nível da superfície do terreno, poderá ser fixada a pontos afastados da borda através de tirantes e ancoragens.

Dependendo da seção da prancha e do sistema de sustentação da cortina adotado (estroncas de madeira ou de aço) poderá variar o número e posicionamento das estroncas.

## *7 INFRA E SUPRA-ESTRUTURA*

a) Concreto

a.1) Materiais

a.1.1) Cimento

O cimento poderá ser portland comum, pozolânico ou portland com escória de alto forno, devendo, após a escolha de um deles pelo contratado no início da obra, manter-se até o final. As partidas deverão ser de procedência conhecida. O estado de conservação deverá ser adequado devendo ser rejeitado se apresentar sinais de hidratação. O cimento será armazenado num depósito próprio, seco e protegido das intempéries.

Os lotes deverão ser formados de acordo com a procedência, tipo, classe e idade do cimento, sendo então, demarcados e sinalizados, de forma a permitir o seu uso pela ordem de chegada. O cimento deverá ser guardado em lugar abrigado de chuva e umidade excessiva e de fácil acesso para inspeção. As pilhas de sacos de cimento deverão ser colocadas sobre estrado de madeira para então evitar o contato com o piso. Os sacos deverão ser empilhados em altura, de

no máximo, quinze unidades, quando ficarem armazenados menos que quinze dias ou no máximo de dez unidades quando ficarem armazenados por maior período. Não poderá ser feito o armazenamento no mesmo depósito: cimento, cal hidratada, pozolana como também aditivos. O período máximo de estocagem de sacos de cimento na obra deverá ser de 30 dias. No caso deste período ser ultrapassado, o material deverá ser ensaiado as custa da ***Contratada***. Depois de aceito, se caso o cimento apresentar qualidades alteradas, por mau condicionamento, insuficiência de proteção, ou qualquer outro defeito, mesmo munido de certificado, o material será rejeitado.

a.1.2) Agregado

Os agregados não poderão conter teores prejudiciais de constituintes mineralógicos que conduzam a uma possível reação alcali-agregado. Os teores de cloretos e sulfatos ativos não deverão se superiores a 0,1% e 1% respectivamente.O armazenamento dos agregados deverá ser feito sobre solo firme, com leve declividade, revestido por uma camada de concreto magro. Os agregados de diferentes procedências e bitolas deverão ser armazenados separadamente.

Cuidados deverão ser tomados nas operações de carga e descarga dos agregados de forma a não haver contaminação dos agregados com óleos, graxas e materiais terrosos que possam ser trazidos pelos veículos. Os depósitos dos agregados deverão ser protegidos contra enxurradas pluviais.

a.1.3) Água

A água destinada ao amassamento do concreto deverá ser isenta de teores prejudiciais de substâncias estranhas, tais como resíduos de solo, óleos e matéria orgânica.

a.1.4) Aditivos

O emprego de aditivos deve ser evitado, uma vez que o concreto deve ser dosado de forma a obter-se as características desejadas. Os aditivos, se aprovada a sua utilização pela ***Supervisão***, devem ser fornecidos de preferência na forma líquida. A porcentagem do aditivo deve ser fixada pelo fabricante, levando em consideração a temperatura ambiente e o tipo de cimento, devendo ser previamente comprovado o seu desempenho. Não serão admitidos aditivos aceleradores de pega a base de cloretos.

Nos reatores não será admitido o uso de aditivos, exceto especificação em contrário, constante nos desenhos de projeto.

a.2) Dosagem

O concreto para fins estruturais deverá ser dosado racionalmente para obter resistência mecânica estabelecida no projeto, em função do tipo de controle de concreto e das características físicas dos materiais correspondentes. O executante não poderá alterar essa dosagem sem autorização expressa da ***Supervisão e da Projetista***, devendo adotar as medidas necessárias a sua manutenção.

Serão consideradas também, na dosagem dos concretos, condições peculiares como impermeabilização, resistência ao desgaste, ação de agentes agressivos, aspecto das superfícies, condições de colocação, tempo de pega, cura, etc.

A operação de medida dos materiais componentes do traço deverá sempre que possível ser realizada "em peso", em instalações gravimétricas automáticas ou de comando manual, prévia e corretamente aferidas.

Atenção especial deverá ser dada à medição de água de amassamento, devendo ser previsto dispositivo de medida capaz de garantir a medição de volume de água com um erro inferior a 3% do fixado na dosagem.

a.3) Preparo

O concreto poderá ser preparado no local da obra ou recebido pronto para emprego imediato quando preparado em outro local e transportado, sendo nesse caso, tomados cuidados especiais no que se refere ao tempo de pega da mistura.

O preparo do concreto no local da obra deverá ser feito em usina ou em betoneira de tipo e capacidade aprovados pela ***Supervisão***, desde que seja enriquecida a mistura com pelo menos 10% do cimento previsto no traço adotado. Em hipótese alguma a quantidade total de água de amassamento será superior à prevista na dosagem, havendo sempre um valor fixo para o fator água/cimento.

Os materiais serão colocados no tambor de modo que uma parte da água de amassamento seja admitida antes dos materiais secos; a ordem de entrada na betoneira será: agregado graúdo, cimento, areia e o restante da água de amassamento. Os aditivos deverão ser adicionados à água em quantidades certas, antes de seu lançamento no tambor, salvo recomendação de outro procedimento pela ***Supervisão***.

O tempo de mistura, contado a partir do instante em que todos os materiais tiverem sido colocados na betoneira, dependerá do tipo de betoneira e não deverá ser inferior a:

- 1 minuto para betoneiras de eixo vertical;

- 2 minutos para betoneiras basculantes,

- 1,5 minutos para betoneiras de eixo horizontal.

A mistura volumétrica do concreto deverá ser sempre preparada para uma quantidade inteira de sacos de cimento. Os sacos de cimento que, por qualquer razão, tenham sido parcialmente usados, ou que contenham cimento endurecido, serão rejeitados. O uso de cimento proveniente de sacos usados rejeitados não será permitido.

O concreto deverá ser preparado somente nas quantidades destinadas ao uso imediato. O concreto que estiver parcialmente endurecido não deverá ser remisturado.

Não é permitido amassar-se de cada vez, volume de concreto superior a 320 litros, a não ser que seja amassado em usina.

Quando a mistura for feita em central de concreto, situada fora do local da obra, a betoneira e os métodos usados deverão estar de acordo com os requisitos desse item.

Todos os dispositivos destinados à medição para preparo de concreto deverão estar sujeitos a aprovação da ***Supervisão***.

a.4) Transporte

Quando a mistura for preparada fora do local da obra, o concreto deverá ser transportado para o canteiro de serviço, em caminhões apropriados dotados de betoneira.

O fornecimento de concreto deverá ser regulado de modo a que a concretagem seja feita continuamente, a não ser quando retardada pelas operações próprias da concretagem. Os intervalos entre as entregas deverão ser tais que não permitam o endurecimento parcial do concreto já colocado.

b) Aço

O aço das armaduras obedecerá rigorosamente ao indicado no projeto.

As emendas dos ferros das posições corridas poderão coincidir na mesma seção em proporção maior que 25% em relação ao total de barras de ferro sem emendas.

Os ferros das posições que interferirem com as aberturas deverão ser desviados ou interrompidos com gancho reto.

As barras de aço deverão ser depositadas sobre travessas de madeira, para evitar o contato com o solo. O solo subjacente deverá ser firme, com leve declividade e recoberto com uma camada de brita. Recomenda-se armazenar as barras e as armaduras dobradas em depósito coberto. O aço depositado por longos períodos e sujeito à ação de intempéries deve ser inspecionado e, se necessário, submetido aos ensaios de caracterização. Após, será efetuada a limpeza das barras, eliminação de camadas oxidadas e outros materiais estranhos que possam comprometer a aderência da barra.

c) Execução

c.1) Armação

Cobrimento das armaduras

- Os cobrimentos das armaduras devem respeitar os valores definidos no Projeto Estrutural.

- Os dispositivos para proporcionar o recobrimento devem garanti-lo com precisão e não podem ser permeáveis a água.

Raios de dobramento

- Serão obedecidas as prescrições da NBR 6118:2003 reproduzidas nos desenhos de armação.

Ancoragens

Os comprimentos de ancoragens, assim como os trespasses nas emendas dos ferros, serão conforme indicado nos desenhos.

c.2) Preparo e lançamento

As medidas dos materiais e o assentamento mecânico serão conforme NBR 14931:2003.

O tempo de lançamento não poderá ser superior a 30 minutos.

Com uso de aditivos retardadores de pega, o prazo poderá ser aumentado de acordo com as características dos aditivos.

c.3) Adensamento

Não será permitido o adensamento manual. Para adensamento mecânico serão aplicados vibradores com freqüência entre 12.000 e 13.000 vibrações por minuto, amplitude entre 1,5 e 1,8 mm, e a potência compatível com o concreto a adensar.

O raio de ação do vibrador será determinado experimentalmente, não podendo ultrapassar, porém, a 50 cm. As agulhas dos vibradores terão diâmetros compatíveis com os menores espaçamentos disponíveis para a vibração. Deve ser evitado o contato prolongado da agulha dos vibradores com as barras da armadura.

c.4) Cura do Concreto

A cura será feita por qualquer processo que mantenha as superfícies molhadas e dificulte a evaporação da água do interior do concreto, como por exemplo, o uso de lençol plástico.

Deve ser iniciada tão logo as superfícies expostas o permitam (após o início da pega do concreto). Em nenhum momento a estrutura, em especial as lajes horizontais, recém concreta das, poderá receber a incidência dos raios solares sem estar abundantemente molhada. Nas lajes a cura será feita por molhagem contínua, com sacos de papel, de cimento, etc. mantidos úmidos sobre as superfícies, por camada de areia mantida saturada.

A água utilizada na cura deve ser tal que não altere as propriedades do concreto.

O período de cura deverá ser no mínimo de 15 dias.

d) Controle do Concreto

A ***Contratada*** deverá subcontratar um laboratório tecnológico aprovado pelo **DMAE** para fazer o acompanhamento do concreto aplicado na obra. Os resultados dos testes e ensaios realizados no acompanhamento tecnológico serão apresentados à ***Supervisão*** para fins de aprovação.

e) Fôrmas e Cimbramentos

A ***Contratada*** deverá executar as fôrmas, rigorosamente de acordo com os desenhos do projeto e as suas especificações.

As fôrmas deverão ser em madeira, metálicas ou outros materiais especificados ou aprovados pela ***Supervisão*** e de acordo com o grau de acabamento do concreto, em cada local.

As fôrmas deverão ser suficientemente resistentes para não se deformarem durante a concretagem. Além disto, deverão ser praticamente estanques de modo a não permitir a perda de nata do concreto, principalmente durante o adensamento.

Deverá ser dada atenção especial à disposição, alinhamentos e esquadros das juntas, bem como à fixação dos painéis à estrutura de armação da forma, para que não fiquem ressaltos ou reentrâncias que prejudicariam o aspecto do concreto.

e.1) Desforma

Os prazos mínimos para a desforma deverão ser aqueles indicados pelas Normas da ABNT. A eventual redução desses prazos deverá ser aprovada pela ***Supervisão***.

Após a desforma, a ***Contratada*** deverá providenciar imediatamente os reparos das imperfeições da superfície do concreto, tais como, pregos, asperezas, arestas por desencontro de formas e outras.

O ônus destas operações será encargo da ***Contratada***

e.2) Cimbramentos

O cimbramento poderá ser de madeira ou metálico e será provido de dispositivos que permitam o descimbramento controlado. A madeira a ser utilizada no cimbramento, deverá ser isenta de nós, fendas e rachaduras, que possam comprometer sua resistência, e poderá ser de madeira roliça com diâmetro mínimo de 10 cm, ou de madeira serrada nas bitolas comerciais.

Esse cimbramento deverá ser projetado de modo a não sofrer, sob a ação do peso da estrutura, das cargas acidentais que possam ocorrer e do seu próprio peso, deformações prejudiciais à forma da estrutura ou que possam introduzir esforços não considerados no concreto, durante a sua cura.

### *7.1 TESTE DE ESTANQUEIDADE*

Será executado no Tratamento Preliminar e em todos os Reatores Aneróbios (UASB), Decantadoes, e Tanque de Lodo, em seqüência aos descimbramentos. Se após o teste de estanqueidade a ***Supervisão*** constatar vazamentos localizados ou generalizados, a ***Contratada*** fará os reparos que forem necessários às suas expensas.

Após tais reparos será feito novo teste de estanqueidade. Se persistirem os vazamentos, a ***Supervisão*** a seu juízo, solicitará a assistência de consultores ou firmas especializadas para, mediante "laudo técnico" pertinente, definir as providências que venham a assegurar a estanqueidade das obras.

As despesas daí decorrentes serão todas pagas pela ***Contratada***, incluindo os serviços de impermeabilização, preconizados pela Cont***r***atante e/ou pelos órgãos Consultores. Serão realizados tantos testes de estanqueidade quantos forem necessários até que a ***Supervisão*** se assegure da perfeita estanqueidade da obra.

A água para a realização do(s) testes(s) de estanqueidade será por conta da ***Contratada***. Se no local da obra a ***Contratante*** possuir condições de fornecimento de água está será fornecida gratuitamente apenas para o primeiro teste, sendo cobrada para os demais.

O teste de estanqueidade não será objeto de pagamento.

## *8 FUNDAÇÕES*

### *8.1 LASTRO DE CONCRETO MAGRO*

O tipo de lastro a ser utilizado será de concreto magro, com traço de 1:3:6 (em peso) com consumo mínimo de 250 kg de cimento por m³ de concreto e fator água-cimento máximo de 0,50. A critério da ***Supervisão***, esses valores poderão ser modificados visando obter melhor trabalhabilidade e/ou maior resistência.

A espessura da camada de concreto magro será de 5 cm, conforme projeto, e será estendida até os limites do lastro de brita.

### *8.2 LASTRO DE BRITA*

O lastro de brita será constituído por camada de brita 2 ou 3 e 4, com espessura mínima de 10 ou 15 cm, conforme definido no projeto, devidamente regularizada e apiloada com soquete de madeira ou equipamento apropriado.

## *8.3 ESTACAS DE CONCRETO PRÉ-MOLDADAS*

As estacas serão do tipo pré-moldada de concreto armado, vibrado ou centrifugado, com capacidade de carga de variando de 21 a 40 t/f, dependendo das dimensões da seção transversal da estaca, o que poderá ser visto nas plantas do projeto. As estacas deverão ser dimensionadas e regulamentadas conforme a NBR 6122. As estacas são dispositivos de transferência das cargas das estruturas às camadas profundas e resistentes do terreno; nelas as cargas são transmitidas ao solo pela base (resistência de ponta) pela superfície lateral (resistência de atrito lateral) ou pela combinação das duas. O sistema de cravação deve ser dimensionado de modo a levar a estaca até a profundidade prevista para a sua capacidade de carga, sem danificá-la devendo estar sempre bem ajustado e com todos os elementos constituintes, tanto estruturais quanto acessórios, em perfeito estado, a fim de evitar quaisquer danos às estacas durante a cravação.

As estacas deverão ser locadas rigorosamente de acordo com o projeto, não devendo ocorrer deslocamento ou inclinação na sua posição por ocasião da cravação ou perfuração.

Nas extremidades recomenda-se um reforço da armação transversal para levar em conta as tensões que surgem durante a cravação.

Quando não for feita a verificação da capacidade de carga, através de prova de carga ou de ensaio de carregamento dinâmico, pode-se adotar como carga admissível aquela equivalente à obtida a partir de tensão média, máxima, de 6,0 MPa atuante na seção efetiva da ponta da estaca. A capacidade de carga de estacas, sem comprovação da carga durante a execução, deve atender ao fator de segurança mínimo de 2,0. A capacidade de carga na ruptura, estimada através de negas e repiques, deve ser maior ou igual a duas vezes a carga admissível do projeto.

Já quando a verificação da capacidade de carga for executada, através de prova de carga ou ensaio de carregamento dinâmico, a carga admissível máxima é aquela calculada como peça estrutural de concreto armado ou protendido, restringindo-se a 35 MPa a resistência característica do concreto. A capacidade de carga de estacas, comprovada durante a execução, deve atender ao fator de segurança mínimo de 1,6 sobre o menor valor, de ruptura, obtido. A capacidade de carga média na ruptura estimada e medida através de negas / repiques e ensaios de carregamento dinâmico deve ser maior ou igual a 2 vezes a carga admissível de projeto.

O tipo de estaca, sua capacidade nominal de carga e o comprimento médio estimado serão indicados pelo responsável da execução; com base nesses parâmetros, a ***Contratada*** deverá fornecer o seguintes elementos:

1. Secção transversal da estaca;
2. Peso do martelo do bate-estaca;
3. Altura de queda do martelo,
4. Nega correspondente aos últimos 10 golpes do martelo e

5. Tipo de equipamento de cravação utilizado.

O fabricante de estacas pré-moldadas de concreto deve manter um programa da qualidade assegurada, que permita a produção de elementos pré-moldados que satisfaçam às especificações:

***a)*** De resistência dos materiais de concreto e aço;
***b)*** Da forma e das dimensões dentro das tolerâncias,
***c)*** Referentes aos critérios para aceitação ou rejeição e
***d)*** Das curvas de interação de flexão composta do elemento estrutural.

As estacas pré-fabricadas ou de concreto pré-moldadas serão cravadas por ação de impacto, com ajuda, no caso de solos arenosos, de jato de água para fluidificação do solo em torno da estaca.

No sistema usual de cravação, o impacto se dá por queda livre de um martelo com peso variando entre uma vez e uma vez e meia o peso da estaca.

Poderá ser utilizado martelo pneumático desde que o mesmo atenda as exigências de energia de impacto.

A cravação das estacas deverá ser realizada até obter-se a nega determinada para a energia de cravação prevista. Não serão aceitas "negas" correspondentes a penetrações superiores a 30 milímetros para 10 golpes do martelo.

Para que seja efetuada a cravação, os topos das estacas deverão ser protegidos por meio de capacetes adequados e dotados de coxins de corda ou material similar, adaptados em seu interior e apoiados em madeira de lei.

Deverão ser adotadas, pela ***Contratada***, precauções no sentido de evitar a ruptura, fendilhamento, empenamento e demais danos, durante a cravação da estaca pela presença de horizonte rochoso ou outro obstáculo que dificulte a sua penetração.

A ***Contratada*** executará a demolição da cabeça das estacas até que seja atingido o concreto de boa qualidade, mesmo que abaixo da cota de arrasamento prevista. Neste caso, o segmento removido em excesso deverá ser refeito, até a cota de arrasamento, com concreto de qualidade idêntica ao da estaca, mediante o emprego de adesivo epóxico em suas faces de contato.

A construção dos blocos de coroamento das estacas será precedida pela execução de lastro de brita e lastro de concreto magro.

***8.3.1*** Procedimentos executivos e responsabilidades:

***a)*** Montagem do bate-estacas

| Atividade | Responsável |
|---|---|
| Escolher e justificar o equipamento | Engenheiro supervisor |

| | |
|---|---|
| Deslocar o bate-estacas até o local da cravação | Equipe |
| Posicionar o bate-estacas no piquete indicador do centro da estaca a cravar, e aprumar a torre | Frente de máquina |

***b)*** Descarga e manuseio dos elementos de estacas na obra

| Atividade | Responsável |
|---|---|
| Descarregar por meio de guincho ou de corda | Equipe |
| Manusear elementos pré-moldados na obra | |

***c)*** Içamento

| Atividade | Responsável |
|---|---|
| Içar a estaca por meio do cabo auxiliar e trazê-la para junto da torre, colocando-a na posição vertical; em seguida, o pé da estaca é assentado sobre o piquete da estaca a ser cravada | Equipe |
| Colocar o coxim de madeira | Frente de máquina |
| Acoplar conjunto martelo - capacete, levantando-o acima do topo da estaca, e descendo até que o capacete se encaixe na cabeça da estaca | Equipe |
| Encaixar a estaca no capacete | Frente de máquina |

***d)*** Instalação

| Atividade | Responsável |
|---|---|
| Assentar o pé da estaca sobre o piquete | Frente de máquina |
| Iniciar a cravação | Operador |
| Acompanhar a operação | Frente de máquina |
| Preencher boletim de previsão de negas e repiques. | Engenheiro supervisor |
| Preencher boletim de controle da cravação de cada estaca | Chefe da equipe |
| Posicionar outro elemento de estaca | Frente de máquina |

***e)*** Emendas dos elementos de estacas

As estacas pré-moldadas podem ser emendadas, desde que resistam a todas as solicitações que nelas ocorram durante o manuseio, a cravação e a utilização da estaca. Quando emendadas devem ser através de solda.

| Atividade | Responsável |
|---|---|
| Posicionar o componente a ser soldado sobre a estaca já cravada, devendo o elemento superior seguir a inclinação do elemento inferior, buscando-se bom assentamento perimetral dos anéis de chapas das estacas, e axialidade das partes emendadas | Frente de máquina |
| Verificar o estado do topo do elemento inferior; se danificado, deve ser recomposto, retomando a cravação só após decorrido o tempo necessário à | Chefe da equipe |

| | |
|---|---|
| cura da recomposição | |
| Limpar os anéis com escova metálica apropriada, retirando-se terra, óleo ou graxa que eventualmente possam existir | Soldador |
| Proceder à soldagem perimetral dos anéis de emenda, utilizando-se eletrodos de diâmetro máximo igual ao da espessura da chapa. Os eletrodos utilizados podem ser da classe E 6010 ou E 7018 ou conforme especificação do projetista ou fabricante | |
| Cravar novos componentes quando necessários até que se obtenha as negas e repiques previstos no boletim | Chefe da equipe |
| Registrar os valores no boletim de controle de cravação de cada estaca | |

*Quando previstos ou observados esforços significativos de tração decorrentes da cravação, o processo de cravação deve ser ajustado de modo a minimizar tais esforços, para não colocar em risco a estaca.*

***f)*** Avaliação do desempenho da fundação

| **Atividade** | **Responsável** |
|---|---|
| Elaborar relatório conclusivo dos resultados das análises dos boletins de controle de cravação, inclusive das negas e repiques | Engenheiro supervisor |
| Elaborar relatório conclusivo dos resultados das análises dos boletins de controle de cravação, negas, repiques e dos ensaios de carregamento dinâmico | |

***g)*** Preparo da cabeça das estacas

| **Atividade** | **Responsável** |
|---|---|
| Demolir o topo da estaca danificado durante a cravação ou acima da cota de arrasamento, utilizando-se ponteiros ou martelos leves, trabalhando-se com pequena inclinação, para cima, em relação à horizontal. | Normalmente executado por terceiros |
| Demolir uma parte suficiente da estaca, de forma a expor um comprimento de traspasse da armadura, para em seguida recompô-la até a cota de arrasamento naquelas situações nas quais o topo está situado abaixo da cota de arrasamento, como também nas situações em que o topo resultou abaixo da cota de arrasamento prevista | |
| Prolongar a armadura da estaca dentro deste trecho, e utilizar na sua recomposição concreto que apresente resistência não inferior à do concreto original da estaca | |
| Deixar um comprimento de armadura suficiente para penetrar no bloco a fim de transmitir os esforços | |

## *9 PAREDES EM GERAL*

### *9.1 ALVENARIA DE TIJOLOS MACIÇOS DE 15 cm E 25 cm*

As paredes de alvenaria externas serão de tijolos maciços de 25 cm de espessura, enquanto as paredes de alvenaria internas serão de 15 cm de espessura.

As alvenarias obedecerão, rigorosamente, às dimensões e alinhamentos definidos no projeto arquitetônico.

As alvenarias deverão possuir, sob e sobre os vãos, componentes estruturais denominados contraverga e verga, respectivamente, que excederão, pelo menos, 20 cm do vão, em cada lado.

Os alicerces serão impermeabilizados, a fim de evitar-se o surgimento de umidade ascendente. As alvenarias, sobre estes alicerces, somente poderão ser iniciadas após, no mínimo, 24 horas da conclusão da impermeabilização.

As alvenarias também deverão receber rejuntamento com aditivo impermeabilizante até a terceira fiada.

Os tijolos serão bem molhados, antes do assentamento, para evitar absorção da água da argamassa. O assentamento será procedido, com a argamassa especificada no projeto, em fiadas perfeitamente niveladas, alinhadas e aprumadas. As juntas serão de 10 mm, no máximo, e desencontradas verticalmente (amarração).

Nas obras estruturadas em concreto armado, a alvenaria será interrompida abaixo das vigas e/ou lajes. O espaço resultante será preenchido, somente 7 (sete) dias após, de modo a garantir o perfeito travamento entre a alvenaria e a estrutura.

Os painéis de alvenaria com mais de 5 metros de comprimento, terão pilaretes, de concreto armado, embutidos, limitando este comprimento. Os painéis de alvenaria com mais de 3 metros de altura, terão cintas de amarração, de concreto armado, limitando esta altura.

O engastamento das alvenarias nas superfícies de concreto será obtido por técnicas eficientes, como chapiscos de argamassa forte de cimento e areia e/ou através de barras de aço.

Para armação da alvenaria com o concreto, deverá ser prevista colocação de ferros 5mm a cada 50 cm de altura (cabelos).

A fixação de esquadrias e rodapés será executada dentro da melhor técnica, podendo ser mediante tacos ou buchas com parafusos.

Para fins de aceitação das alvenarias, a ***Supervisão*** inspecionará a qualidade dos materiais utilizados, o cumprimento do projeto, a correta locação, a planeza, o prumo e o nivelamento.

## *10 COBERTURAS / FORROS*

### *10.1 COBERTURA COM TELHA DE FIBROCIMENTO*

As coberturas serão executadas com telhas que utilizem CRFS – Cimento Reforçado com Fio Sintético, tipo Kalheta 44, marca Brasilit ou equivalente, com comprimento de 4m, e com inclinação de 3%. Deverão ser obedecidos os recobrimentos mínimos recomendados pelo fabricante conforme o tipo de telha e o ponto do telhado. No ponto de junção das duas águas, será fechada com cumeeira do mesmo tipo, sendo todo o telhado ser fixado com parafusos dotados de gancho.

Deverão ser tomadas precauções especiais na fixação dos parafusos que deverá ser feito com arruela de chumbo e massa de vedação. Os furos serão executados com broca, sendo vetada a perfuração por percussão com pregos, buris ou parafusos.

O sentido de montagem das telhas deverá ser contrário ao dos ventos dominantes.

As cumeeiras deverão ser fixadas com dois parafusos galvanizados diâmetro $\phi$ 8mm x 85mm ou ganchos com rosca diâmetro 8mm. Antes da colocação da cumeeira, aplicar um cordão de 150g de massa de vedação na extremidade das duas telhas. Usar as cumeeiras como gabarito para alinhamento das duas águas. Não são necessários cortes de cantos nas cumeeiras.

O trânsito durante a execução dos serviços de entelhamento será sobre tábuas, e nunca diretamente sobre as chapas ou calhas.

Deverão ser obedecidas na execução do entelhamento todas as prescrições do fabricante.

Os vãos abertos entre apoio e capa serão fechados com placas de ventilação de plástico na cor preta com venezianas, colocada nos espaços entre o barrote e as abas das telhas, para proporcionar ventilação permanente sob o telhado e impedir a entrada de pequenos animais. Também deverão ser instaladas pingadeiras para evitar o retorno de água nos beirais.

As telhas receberão um revestimento com tinta acrílica cor Pearly Gates, marca Renner ou equivalente, em 2 demãos.

Ficarão incluídos no fornecimento de todos os elementos, tais como suportes, parafusos, acessórios, algerosas, peças de acabamento, etc., que se fizerem necessários para execução das coberturas, e seguir rigorosamente as indicações do projeto e/ou dos fabricantes de material.

## *10.2 BARROTE 5 X 7,5 cm*

A estrutura da cobertura será executada com madeira de 1ª qualidade, aplainada, imunizada e isenta de defeitos, tais como: nós, falhas, brocas, trincas, fibras inclinadas e torcidas, entre outros.

## *10.3 ALGEROZ E CAPEAMENTO METÁLICO*

Serão rigorosamente atendidas as especificações do fornecedor quanto à instalação e obedecer às dimensões apresentadas no projeto arquitetônico.

Deverão receber pintura especial para galvanizados ou alumínio e posteriormente pintura de acabamento na cor Pearly Gates 47A-2P.

## *10.4 FORRO DE GESSO EM PLACA*

Forros monolíticos para uso interno em vedações horizontais não-estruturais para áreas secas ou úmidas. Podem ser executados forros retos ou curvos, em posição horizontal ou inclinada.

Constituídos por uma estrutura de aço galvanizado, formada por perfis e tirantes rígidos reguláveis, e painéis de forro de gesso, produzidos por processo industrializado contínuo a partir de gipsita natural e cartão duplex.

**Estrutura metálica e acessórios:**

- Perfil de aço galvanizado (canaletas longitudinais), com espessura de 0,50mm
- Perfis de aço galvanizado (montantes M), com espessura de 0,50mm e larguras de 48mm, 70mm e 90mm
- Perfil de aço galvanizado (cantoneira CR2), com espessura de 0,50mm e larguras de 25mm e 30mm
- Perfil de aço galvanizado (tabica metálica CR3), com espessura de 0,50mm denominado tabica metálica CR 3.
- União em aço galvanizado para fixação dos perfis longitudinais, entre si
- Presilha com regulagem em aço galvanizado para fixação dos perfis nos pendurais de sustentação do forro
- Suspensão MD ou MS com regulagem em aço galvanizado para fixação dos montantes M48, M70 e M90 nos pendurais de sustentação do forro

- Pendurais em arame de aço galvanizado N° 10
- Parafusos autoperfurantes e atarrachantes com acabamento fosfatizado ou zincado, para fixação das placas e fixação perfil/perfil

**Componentes de acabamento e fixação:**

- Fita de papel micro perfurada, empregada nas juntas entre placas
- Fita de papel, com reforço metálico, para acabamento e proteção das placas nos cantos salientes
- Massa especial para rejuntamento de pega rápida em pó, para preparar e de pega normal, pronta para uso
- Massa especial para calafetação e colagem de placa.

**As chapas de gesso devem ser produzidas de acordo com as seguintes Normas**

- NBR 14715:2001 - Chapas de gesso acartonado - Requisitos
- NBR 14716:2001 - Chapas de gesso acartonado - Verificação das características geométricas
- NBR 14717:2001 - Chapas de gesso acartonado - Determinação das características físicas

## *11 IMPERMEABILIZAÇÃO E ISOLAMENTOS*

A execução dos serviços de impermeabilização obedecerá, rigorosamente, às normas da ABNT - NBR 9574 (Execução de Impermeabilizante) e NBR 11905 (Sistema impermeabilizante composto por cimento impermeabilizante e polímeros).

Conforme a solicitação imposta pela água, a impermeabilização será contra água de percolação ou contra a umidade do solo.

O projeto definirá o tipo de impermeabilização descrevendo o processo através de detalhes e especificações próprias.

As superfícies a impermeabilizar deverão estar limpas, lisas, resistentes e secas.

O empreiteiro cumprirá o projeto, fielmente, dentro da melhor técnica, e segundo as prescrições da ABNT.

### *11.1 IMPERMEABILIZAÇÃO DE FUNDAÇÕES*

Sobre as vigas de fundação será aplicada uma camada impermeabilizante com hidroasfalto, a fim de evitar-se a subida e infiltração de umidade nas paredes, por capilaridade.

É um asfalto emulsionado (hidroasfalto) que forma uma película estável e insolúvel na superfície aplicada.

Preparação do substrato e aplicação do hidroasfalto:

A superfície deve estar perfeitamente seca e limpa. O hidroasfalto é aplicado com broxa, rodo ou vassoura de pêlo macio. Aplicar a primeira demão diluída em, no máximo, 20% de água. Após a secagem, aplicar mais 3 demãos cruzadas, puras, com aproximadamente 1,5 mm de espessura cada uma, sempre aguardando a secagem da demão anterior.

Aguardar 7 dias depois da última demão de hidroasfalto e aplicar um composto adesivo (cimento, areia, água e resina sintética) antes de executar a proteção.

Aplicar uma argamassa de 3 cm de espessura e juntas de dilatação a cada 2 metros.

Em seguida realizar a proteção lançando sobre a superfície uma camada de argila expandida com cerca de 5 cm.

Após a secagem final deve ser feito o teste de estanqueidade.

### *11.2 IMPERMEABILIZAÇÃO CRISTALIZANTE*

Será executada impermeabilização cristalizante em todas as obras destinadas a acúmulo e/ou reservação de fluidos, neste caso, serão executadas no Tratamento Preliminar, Caixas de Distribuição, UASBs, Decantadores, Tanque de Lodo e nos poços das elevatórias da ETE Serraria.

Como sabemos o concreto é um falso sólido tendo, conseqüentemente, a característica de ser uma estrutura hidrófila, que absorvem líquidos. Com isso, é importante entender que a maioria dos contaminantes é introduzida em seu interior através dos líquidos que nele penetram. Com isso, fica fácil entender que uma impermeabilização não deve contemplar apenas a estanqueidade estética da estrutura, e sim, a sua integridade perante aos contaminantes da região em que a estrutura estiver inserida.

Este tipo de impermeabilização é considerado um sistema rígido por utilizar aditivos com substâncias cristalizantes (as quais só devem ser aplicadas em superfícies estáticas, que não sofrem dilatações ou alterações).

Estas substâncias reagem com o cimento formando cristais de silicatos, insolúveis em água e polímeros, produzindo uma camada impermeável obtida pelo tamponamento da porosidade, ou seja, funciona como uma barreira impermeável. Como utilizam cristalizantes, que são produtos formadores de película, quando agredidos e danificados perdem o efeito impermeabilizante nestes pontos.

Estes produtos são muito eficientes quando aplicados para combater a pressão hidrostática pelo lado positivo, que é quando a pressão hidrostática atua diretamente sobre ele.

Sua função impermeável está ligada diretamente à continuidade e uniformidade da espessura de sua película, aderência ao substrato e, principalmente, a não agressão de sua camada impermeabilizante.

Deve-se seguir a sequência a seguir, para a execução do serviço:

1. Remover e limpar todos os restos da obra (fôrmas, entulho, etc.);
2. Fazer um hidrojateamento de alta pressão para total limpeza da superfície interna;
3. Corte e tratamento do concreto em pontos onde haja armaduras expostas;
4. Reparo dos pontos do concreto onde houver segregação, e pontos de armaduras expostas;
5. Cortar e abrir as emendas de concretagem, em canaleta com forma de ”U”;
6. Preencher as canaletas abertas em ”U”, e pontos de concreto desagregado, com argamassa;
7. Ao redor de tubos de entrada e saída de efluentes, deverá ser feita uma vedação com mastique flexível;
8. Aplicação do sistema de impermeabilização com duas demãos em forma de pintura com trincha;
9. Execução de cura úmida por dois dias e aguardar cinco dias para o enchimento dos reservatórios.

### *11.3 IMPERMEABILIZAÇÃO COM TINTA BETUMINOSA*

A impermeabilização com tinta betuminosa será utilizada nas superfícies externas das estruturas de concreto em contato com terreno saturado, ou seja UASBs, Decantadores, Elevatórias, Tancagem de Produtos Químicos.

A tinta betuminosa é um produto formulado com base em asfalto oxidado, possuindo propriedades anticorrosivas e impermeabilizantes.

Devido às suas características, é indicada para a proteção anticorrosiva de materiais ferrosos, estruturas de ferro, proteção interior, etc., e também na impermeabilização de superfícies de concreto, recobrimento exterior de empenas, muros de suporte ( proteção do betão na face em contato com as terras), esgotos e fundações, etc.

As superfícies a pintar devem estar devidamente limpas, secas e isentas de areias não aderentes. Deverão ser aplicadas três demãos de tinta.

- Aspecto: liquido viscoso
- Cor: preta
- Densidade: 0,93 ± 0,05 a 23°C
- Aplicação: pistola, trincha ou rolo
- Diluente: diluente sintético
- Diluição para aplicação à tinta: 5 a 10%
- Diluição para aplicação à pistola: 15 a 20%
- Nº de demãos aconselhada: 2 a 3 demãos
- Secagem superficial: 1 a 2 horas

Para um bom desempenho do material deve-se homogeneizar completamente o produto antes de qualquer utilização.

Durante a aplicação e manuseio deve-se manter uma boa ventilação, pois a tinta contém solventes nocivos para a saúde, por inalação ou por contato.

Manter as embalagens fechadas, protegidas da umidade e do calor excessivo, garantindo assim a estabilidade do produto durante 1 ano.

Após o uso dos utensílios deve-se fazer uma limpeza com diluente, de acordo com o especificado pelo fabricante da tinta.

## *11.4 IMPERMEABILIZAÇÃO DE ALVENARIAS*

A partir da impermeabilização das vigas de fundação, as alvenarias serão executadas com argamassa impermeável, até 30 cm acima do piso externo acabado. O revestimento das paredes externas será impermeável, até 60 cm do piso externo acabado.

### *11.5 IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA PVC e= 100 µ (LONA PRETA, e=0,2 mm)*

Para a impermeabilização das fundações das Subestações Transformadoras, Prédio de Administração, Prédio de Desidratação do Lodo e das Elevatórias, será colocada, sob os pisos, uma Geomembrana de Polietileno de Alta Densidade de 2 mm de espessura, evitando assim a percolação de água de infiltração do solo para a estrutura de concreto.

Características:

PVC de alto peso molecular fabricada através do processo de matriz plana, com 97,5% de resina virgem, aditivada com 2,5% de negro de fumo e antioxidantes de acordo com normas internacionais (GRI).

Propriedades:

Espessura nominal = 0,2 mm; Densidade = 0,94 g/m; Resistência à Tração no Escoamento = 29 kN/m, Resistência à Tração na Ruptura = 53 kN/m; Alongamento no Escoamento=12%; Alongamento na Ruptura = 700%; Resistência ao Rasgo = 249 N; Resistência ao Puncionamento = 640 N; Teor de Negro de Fumo = 2 a 3%; Dispersão de Negro de Fumo = de 10 avaliações diferentes todas as 10 nas categorias 1 ou 2.

Referência comercial: marca Plastisul, Engepol ou equivalente.

### *11.6 IMPERMEABILIZAÇÃO COM MANTA ASFÁLTICA*

A Manta Asfáltica é um sistema de impermeabilização, pré-moldado, á base de asfalto modificado com polímeros e pronto para aplicação.

As lajes onde está previsto este tipo de material deverão ser impermeabilizadas através da aplicação de manta asfáltica com 4mm, aplicação a quente.

Nesse tipo de aplicação, a manta deve ser aderida em relação à superfície ou substrato que deverá estar regularizada e com caimentos mínimos de 1% em direção aos pontos de escoamento da água. Deverá ser deverá ser aplicada tinta primária sobre o substrato a frio, em temperatura ambiente, através de pincel ou rolo.

Para melhor aderência da manta ao substrato, durante a aplicação, a mesma deverá ser desenrolada ao mesmo tempo em que é aquecida pelo maçarico e comprimida sobre a superfície previamente pintada.

Especial cuidado deverá ser tomado durante a aplicação, de forma a não aproximar o maçarico usado na fusão das mantas, deixando um mesmo local exposto por muito tempo a fim de não ocasionar ruptura do véu estrutural localizado dentro da manta, devendo ser levados em consideração para a estimativa da distância diversos fatores como: pressão de saída no bico do maçarico, resistência do asfalto, temperatura do ambiente, entre outros. Além disso deverá ser verificado se a superfície de aplicação não apresenta arestas vivas, que possam danificar a manta.

Depois da aplicação da manta e antes do assentamento da camada de proteção mecânica, deve-se testar a estanqueidade, deixando-se uma lâmina de água sobre a manta por um período de 72 horas. Decorrido esse prazo, é preciso proceder a analise visual da superfície inferior da laje, para se verificar a possibilidade de vazamentos. A mesma operação deve ser feita na superfície da manta, onde é necessário verificar a existência de bolhas com água entre a manta e o substrato.

Por fim deverá ser colocada a camada separadora e executada a proteção mecânica.

A aplicação deverá ser feita da seguinte maneira:

a) Regularização

- Fazer rebaixo de 15cm na borda dos pontos de escoamento de água com profundidade de 4mm.
- Limpeza da laje na área a ser impermeabilizada.
- Verificação dos elementos que virão a interferir na impermeabilização.
- Verificação de presença de corpos estranhos na superfície da laje. Ex. restos de madeira incrustados no concreto, arames e outros.
- Aplicação de argamassa no traço 1:3 de cimento e areia.
- Caimento de no mínimo 1% para os pontos de escoamento de água.
- Arredondamento dos cantos.
- Cuidar que a superfície regularizada esteja tão lisa quanto uma argamassa permita. Uniforme e homogênea para receber a manta sem traumas.

b) Aplicação do primer

- O primer é uma pintura de base asfáltica.
- A superfície deve estar totalmente seca.
- O primer é aplicado a rolo de lã ou brocha, em uma única demão.
- Consumo de aproximadamente de 0,3 l/m².
- Aguardar 24 h após a aplicação do primer, para aplicação da manta.
- Toda área a ser impermeabilizada deve receber uma camada de primer

c) Aplicação da manta

- Verificação dos elementos que virão a interferir na impermeabilização. Ex: afastamento adequado de dutos em relação às paredes.

- Conferência da presença de todos os elementos, a fim de evitar ferimentos posteriores.
- Dispor os rolos de mantas no sentido longitudinal da aplicação, tomando o cuidado com o esquadrejamento. Fazer arremate nos pontos de escoamento de água e outros elementos vaza-manta.

## *12 PISOS E PAVIMENTAÇÕES*

### *12.1 CONTRAPISO DE CONCRETO*

Serão aplicados como base de proteção para os pisos internos e externos em contato com o solo.

O terreno deverá ser molhado previamente, de maneira abundante, porém, sem deixar água livre na superfície.

O contrapiso de concreto a ser utilizado na obra, será com resistência mecânica característica à compressão (fck) > 20 MPa, com consumo mínimo de 370 kg de cimento por m³ de concreto, com superfície sarrafeada e espessura mínima de 6cm, lançado sobre o solo já compactado e com aditivo impermeabilizante SIKA 1 ou VEDACIT. Serão previamente colocadas juntas de dilatação de ripas de madeira de lei de 8x1,2cm, impermeabilizadas. O concreto deverá ser lançado, espalhado e não desempenado sobre o solo, nivelado e compactado, após concluídas as canalizações que deverão ficar embutidas no piso.

A superfície do contrapiso deverá ser plana, porém rugosa, nivelada ou em declive, conforme indicação de projeto.

O contrapiso deverá ser feito de modo a evitar ressaltos de um nível da peça em relação ao outro, e diferenças de medidas além da tolerância permitida pela material.

Antes do lançamento da argamassa de regularização deverão ser verificadas as dimensões, o esquadro do local da pavimentação, o nivelamento e o prumo.

Os materiais utilizados e a metodologia de aplicação deverão atender às especificações do projeto, às normas técnicas da ABNT pertinentes, e serem aprovados pela ***Supervisão***.

As canalizações que devem passar sob a pavimentação, serão instaladas na camada do contrapiso e sobre esta tubulação será colocada uma malha de arame galvanizado, armando-se o piso para evitar trincas futuras.

## *12.2 PISO PORCELANATO*

Os pisos do Prédio da Administração, Guarita e Pórtico, nos locais indicados no Projeto Arquitetônico, serão em cerâmica 45x45, antiderrapante, PEI 4. Os pisos internos serão do tipo Portobello Granilite Palha 45x45 cod. 98356E e os pisos externos serão do tipo Portobello Granilite Cinza 45x45.

Os pisos cerâmicos deverão ser resistentes e bem desempenados, de faces perfeitamente planas, sem fendas ou falhas, tamanhos iguais e arestas vivas.

Afim de que seja garantida uma boa aderência, os pisos cerâmicos antes do assentamento, devem ficar pelo menos 12 horas mergulhados em água. Serão assentados sobre contrapiso de 10 cm de espessura de concreto magro com consumo de 200 kg/m³ ou argamassa de cimento e areia, traço 1:3. As juntas serão sempre retas, com espessura de 2 mm.

Rejunte com fixador de cor, impermeável, com fungicida e bactericida. Será da cor Bege, marca Tecnocola ou equivalente. Deverá ser adicionado aditivo Látex, referência Aditex ou equivalente.

Para verificação do nivelamento bem como dos caimentos projetados, deverá ser utilizada uma régua de 3 m de comprimento, que colocada sobre a superfície do pavimento em qualquer direção, não deverá acusar uma flecha maior que 3 mm entre a régua e o piso.

## *12.3 PISO CERÂMICO*

Os pisos grês cerâmicos esmaltados serão colocados na Casa de Desidratação, conforme indicado no Projeto Arquitetônico. Deverão ser da marca Portobello ou equivalente, com dimensões de 30 x 30 cm, esmaltado, cor bege, anti-derrapante PEI-5, de alto tráfego, uso industrial.

Os pisos cerâmicos deverão ser resistentes e bem desempenados, de faces perfeitamente planas, sem fendas ou falhas, tamanhos iguais e arestas vivas.

Afim de que seja garantida uma boa aderência, os pisos cerâmicos antes do assentamento, devem ficar pelo menos 12 horas mergulhados em água. Serão assentados sobre contrapiso de 10 cm de espessura de concreto magro com consumo de 200 kg/m³ ou argamassa de cimento e areia, traço 1:3. As juntas serão sempre retas, com espessura de 2 mm.

Rejunte com fixador de cor, impermeável, com fungicida e bactericida. Será da cor Bege, marca Tecnocola ou equivalente. Deverá ser adicionado aditivo Látex, referência Aditex ou equivalente.

Para verificação do nivelamento bem como dos caimentos projetados, deverá ser utilizada uma régua de 3 m de comprimento, que colocada sobre a superfície do pavimento em qualquer direção, não deverá acusar uma flecha maior que 3 mm entre a régua e o piso.

* A ***Contratada*** deverá entregar 10% a mais de área de piso para reposição futura na SCCO - Seção de Conservação - DVO na rua Câncio Gomes, 33 bairro Floresta.

## *12.4 PISO DE ALTA RESISTÊNCIA*

***12.4.1*** Preparo de superfície:

Jateamento com abrasivo a seco ou hidrojateamento de alta pressão (mínimo 6000 lbs), para retirada das partículas soltas e proporcionar rugosidade mínima necessária à boa aderência do revestimento ao substrato. Após o jateamento abrasivo o concreto deverá apresentar superfície com padrão visual semelhante a lixa com granulometria entre 50 e 60 (mínimo).

***12.4.2*** Material:

As características do material de revestimento deverão ser as seguintes

| **Resistência Abrasão** |
|---|
| Método: ASTM D 658 e FTMS□141, 1000G, 1000 |
| Ciclos, CS□17 |
| Resultado: 30,0 miligramas de perda |
| **Dureza** |
| Método: ASTM D2240 |
| Resultado: 60 a 70 a 25°C |
| **Alongamento** |
| Método: ASTM□638 |
| Resultado: 52% Recuperável a 25°C |
| **Flexibilidade** |
| Método: ASTM D□173 |
| Resultado: Nenhum efeito ao dobrar placa de 0,5 |
| mm, revestida com 0,5 mm, em mandril de 8 mm |
| de diâmetro |
| **Permeabilidade** |
| Método: ASTM E□96 |
| Resultado: 0,262g/24 h/m² |
| **Tensão de Ruptura** |
| Método: ASTM D□638 |
| Resultado: 2500 psi a 25°C |

***12.4.3*** Métodos de aplicação:

Aplicação por pulverização em demão única, de forma contínua e sem emendas sobre tecido geotextil de polipropileno, devidamente fixado ao substrato, conforme item 1.2.1, com espessura mínima de 2,5 mm, por meio de bomba dosadora automática Graco Hydra-Cat “Airless Spray” de alta pressão, mínimo de 2300 psi.

***12.4.4*** Controle de qualidade:

Para garantir perfeita estanqueidade do sistema, no término dos trabalhos a empresa vencedora deverá efetuar na presença da fiscalização:

Teste eletrônico de alta voltagem em todas as áreas revestidas, por meio de equipamento eletrônico apropriado, “Holiday Detector”, objetivando eliminar possíveis falhas na película do revestimento,

## *12.5 PISO DE CIMENTO DESEMPENADO*

O piso cimentado liso ou desempenado é feito com a aplicação de uma camada de argamassa de cimento e areia média, traço 1:3, adicionada ou não de corante, sobre contrapiso já existente.

Deverão ser corrigidas, com a regularização da superfície, todas as irregularidades existentes no contrapiso ou laje, tais como fendas, saliências, impurezas. As impurezas e poeiras serão removidas com a escovação e lavagem do contrapiso.

O lastro ou base deverá estar saturado, mas não deve haver água livre na superfície.

Após esses procedimentos, poderá ser executada a aplicação da argamassa do piso, obedecendo às declividades pré-fixadas em projeto, ou determinadas pela ***Supervisão***.

A superfície deverá ser dividida em painéis, por juntas ou sulcos profundos.

Os painéis terão lados com dimensões não superiores a 1,20 m, ou conforme projeto arquitetônico.

As juntas poderão ser plásticas, de vidro, madeira, etc.

A disposição das juntas obedecerá a desenho simples, devendo ser usado gabarito para garantir a linearidade e o alinhamento. Deve-se, ainda, evitar o cruzamento em ângulos agudos e juntas alternadas.

As juntas deverão ficar aparentes, sem irregularidades.

Após a execução da camada de argamassa, a superfície será desempenada de modo a ficar uniforme.

A espessura do piso cimentado deverá ter entre 0,02 m e 0,03 m.

A cura deverá ser feita, conservando-se a superfície constantemente úmida durante sete dias.

Quando o projeto exigir cimentado liso, este será executado com polvilhamento de cimento aplicado à colher, ficando o uso de corantes a critério do projeto ou da ***Supervisão***.

## *12.6 PISO DE CONCRETO*

O piso de concreto a ser utilizado na obra, será com resistência mecânica característica à compressão (fck) > 20 MPa, com consumo mínimo de 370 kg de cimento por m³ de concreto, com superfície sarrafeada e espessura mínima de 8 cm, lançado sobre o solo já compactado e com aditivo impermeabilizante SIKA 1 ou VEDACIT. Serão previamente colocadas juntas de dilatação de ripas de madeira de lei de 8 x 1,2 cm, impermeabilizadas. Cuidados especiais serão observados no adensamento do concreto junto às ripas, as quais terão espaçamento formando quadros de no máximo 4 m², sendo sua maior dimensão igual ou inferior a 2 metros, ou igual à modulação do piso final, sendo concretados quadros intercalados, e retiradas as ripas formando juntas secas, ou podendo também ser executados piso armado sem juntas.

O piso deverá ser feito de modo a evitar ressaltos de um nível da peça em relação ao outro, e diferenças de medidas além da tolerância permitida pela material.

Antes do lançamento da argamassa de regularização deverão ser verificadas as dimensões, o esquadro do local da pavimentação, o nivelamento e o prumo.

Os materiais utilizados e a metodologia de aplicação deverão atender às especificações do projeto, às normas técnicas da ABNT pertinentes, e serem aprovados pela ***Supervisão***.

As canalizações que devem passar sob a pavimentação, serão instaladas na camada do contrapiso e sobre esta tubulação será colocada uma malha de arame galvanizado, armando-se o piso para evitar trincas futuras.

## *12.7 PISO CONCRETO PAVI “S”*

Os estacionamentos e as áreas de depósito serão deverão pavimentação intertravada de blocos de concreto tipo Pavi-S, espessura 8cm.

Consiste no assentamento das peças sobre lastro de areia de 10,0cm (dez centímetros) de espessura. As peças deverão ser assentadas das bordas para o centro, e quando em rampa, de baixo para cima e deverão ser comprimidas por percussão através de martelo de calceteiro.

No assentamento, as faces da superfície serão cuidadosamente escolhidas, entrelaçadas e bem unidas, de forma que não coincidam com as juntas vizinhas. O rejuntamento consistirá no espalhamento de uma camada de 1,0cm (um centímetro) de areia, sobre as peças assentadas, para preenchimento dos vazios. Após, deverá ser compactada, com processos mecânicos.

### *12.8 ENCHIMENTO DO PISO*

Todo o concreto para enchimento a ser utilizado na obra (vide plantas), terá resistência mecânica característica à compressão (fck) > 15 MPa, com consumo mínimo de 250 kg de cimento por m³ de concreto, e demais características que sejam especificadas no Projeto Estrutural.

### *12.9 SOLEIRA BASALTO SERRADO*

As soleiras das portas e passagem de nível e mudanças de piso, serão utilizadas nas portas externas da sala do operador, do depósito e da subestação, executadas em basalto cinza serrado, cortado em tear e lixado com 30 cm de largura espessura de 3 cm, saliente em relação ao alinhamento externo, e declividade para o lado externo, com função de pingadeira.

Deverão ser assentadas com argamassa mista de cimento e areia média no traço 1: 4, e terão as dimensões dos degraus das escadas, devendo ser feita 3 ranhuras na direção longitudinal dos degraus a cada 0,5 cm com função antiderrapante.

## *13 REVESTIMENTOS*

### *13.1 REVESTIMENTOS COM ARGAMASSAS (COMPLETO)*

As paredes de alvenaria, deverão ser revestidas com argamassas (chapisco, emboço e reboco).

As argamassas serão à base de cimento portland; em situações especiais, mediante prévia aprovação da ***Supervisão***, poderão ser utilizados aglomerantes sintéticos.

### *13.2 CHAPISCOS*

O chapisco é constituído de argamassa de cimento e areia média, no traço volumétrico 1:3, com grande fluidez, adicionada ou não de adesivo diluído na água de amassamento. É jogada contra a parede formando uma camada irregular de espessura entre 4 e 8 mm.

Antes da aplicação do chapisco, as paredes deverão ser limpas à vassoura, e isentas de óleos ou graxas, e abundantemente molhadas.

O salpique poderá ser aplicado por máquina apropriada que permite maior uniformidade de acabamento. Os traços usuais nestas condições serão 1:2, 1:3 ou 1:4 (cimento e areia média ou grossa), dependendo da graduação do agregado e da adição ou não de corantes,

impermeabilizantes ou outros produtos com a finalidade de melhorar a aderência ou ainda o aspecto visual.

### *13.3 EMBOÇOS*

Serão aplicados sobre superfícies previamente chapiscadas e umedecidas, como camada intermediária para receber o reboco ou outros tipos de revestimentos industrializados.

A verticalidade será garantida pela confecção de taliscas e mestras de espessura máxima de 1,5 cm, com argamassa de traço igual ao do emboço.

Os emboços serão feitos com argamassa de cimento, cal e areia regular, no traço volumétrico 1:1:6, tanto para paredes internas quanto externas, sarrafeadas.

Para paredes que serão revestidas com azulejos ou pastilhas por colagem, a argamassa será de cimento e areia média, no traço volumétrico 1:3.

A adição de aditivos impermeabilizantes à água de amassamento para os emboços externos ficará condicionada a prévia autorização da ***Supervisão***.

A aplicação do emboço somente será permitida após a cura completa do chapisco e do embutimento de toda tubulação e caixas, previstas para instalações de água, esgoto, luz, telefone e gás.

### *13.4 REBOCOS*

Serão executados sobre os emboços, com espessura de, no máximo, 4 mm, como camada de acabamento.

O reboco será composto de argamassas de cimento, cal e areia fina no traço volumétrico 1:1:5 (para pinturas convencionais), ou de cimento e areia fina, no traço 1:2 (para pinturas epóxicas), com acabamento alisado por desempenadeira revestida com feltro.

A adição de aditivos impermeabilizantes à água de amassamento para os rebocos externos ficará condicionada a prévia autorização da ***Supervisão***.

Todas as superfícies a serem rebocadas deverão ser limpas, secas e com o emboço curado, não sendo permitida a execução do reboco nas superfícies expostas à chuvas.

### *13.5 AZULEJOS 20X20 cm, COR BRANCA, COM ARGAMASSA COLANTE + REJUNTE*

Os sanitários, assim como as paredes da sala do operador, depósito e vestiário, deverão ser revestidos com azulejos até a altura de 2,50 m.

Os azulejos esmaltados serão da marca Portobello ou equivalente, de primeira classe, cor branca, tamanho 20 x 20 cm.

Deverão apresentar esmalte liso, vitrificação homogênea, coloração perfeitamente uniforme, dureza e sonoridade características e resistência suficiente. As peças não deverão apresentar defeitos, como empenos e variação nas bitolas.

O revestimento pronto, não poderá apresentar peças iguais com diferentes tonalidades, empenadas, desbitoladas, trincadas, quebradas ou com falhas.

O revestimento deverá ficar perfeitamente aprumado e plano. As juntas serão corridas e rigorosamente de nível e prumo, com espessura uniforme, conforme as dimensões das peças. Após escovadas e umedecidas, as juntas receberão argamassa de rejuntamento.

A superfície onde serão assentados os novos azulejos deverá estar perfeitamente regularizada. As imperfeições, tais como resultantes da retirada do revestimento antigo e da colocação de novas tubulações hidrossanitárias, deverão estar corrigidas.

A fixação será realizada com argamassa colante flexível, referência Tecnoflex, marca Tecnocola ou equivalente, indicado para este fim. Será aplicada com desempenadeira dentada de aço, conforme recomendações do fabricante do produto. As juntas deverão ser verticais e horizontais coincidentes, não sendo permitida outra disposição.

Rejunte com fixador de cor, impermeável, com fungicida e bactericida. Será da cor Branco Neve, marca Tecnocola ou equivalente. Deverá ser adicionado aditivo Látex, referência Aditex ou equivalente.

Os azulejos serão imersos em água limpa durante, no mínimo, as 24 horas que precederem imediatamente o seu assentamento. As paredes deverão ser também suficientemente molhadas no momento do assentamento.

Os cortes e furos na cerâmica serão feitos, somente, com equipamento próprio. O guarnecimento de frestas e cantos será feita através de cantoneiras de alumínio anodizado.

Os azulejos empregados na obra seguirão, rigorosamente, as prescrições das normas pertinentes.

### *13.6 CERÂMICA DE FACHADA 9,5 X 9,5 cm, ESMALTADA*

Nas fachadas dos prédios, conforme indicado no projeto arquitetônico, será utilizada cerâmica de fachada, esmaltada, tamanho 9,5 x 9,5 x 0,5 cm.

São elementos cerâmicos extrudidos ou prensados, de formato quadrado, face externa esmaltada, face interna (aderente) com ou sem ressaltos de fixação, dimensões 9,5 x 9,5 x 5 cm, referência comercial Cecrisa ou equivalente, na cor ocre/ marrom, conforme amostra do DMAE- INDIA 21B4D**,** referência tabelas multicolor Renner.

Poderão ser assentes sobre paredes chapiscadas, com ou sem emboço, com juntas de espessura entre 5 e 7 mm, em reticulado.

Quando aplicadas sobre paredes sem emboço (com ressaltos de fixação), o assentamento será feito com argamassa de cimento e areia regular no traço volumétrico 1:5.

Quando aplicadas sobre paredes emboçadas, o assentamento será feito com argamassa de cimento, cal e areia fina, no traço volumétrico 1:3:9 (com ressaltos de fixação), ou com pasta de cimento colante pré-fabricado (sem ressaltos).

O rejuntamento será feito com rejunte pronto, cor Ocre, com algicida, bactericida, impermeabilizante, com espessura entre 7 e 10 mm, referência comercial Fortaleza ou equivalente.

A limpeza deverá ser feita durante o assentamento, com pano umedecido, evitando-se o uso de solução ácida, que pode causar danos ao revestimento.

## *13.7 REVESTIMENTO ACÚSTICO*

Na Sala de Bombas, todas as paredes internas e a laje de forro deverão ser revestidas com painéis acústicos marca Sonex PB ou equivalente, que servirão para evitar a propagação dos ruídos gerados pelo funcionamento dos motores.

Deverá ser executado com painéis perfilado plano de dupla função (absorver e isolar ruídos), que utilizem material absorvente de som no interior, tipo espuma de poliuretano, auto-extinguível, densidade de 36 kg/m³, espessura de 40 mm com dupla camada de chumbo, dimensões de 50 x 50 cm, na cor Natural Grafite.

Após verificar se a superfície (teto ou parede) está livre de umidade ou poeira, começar a demarcação do alinhamento com fio de nylon ou cordão. As placas da parede deverão ser coladas com adesivo marca Adesivo PA-02/Sonex ou equivalente. Devendo sempre ser mantido o mesmo sentido da colocação dos painéis e respeitando a demarcação do alinhamento fileira por fileira.

O acabamento no encontro dos painéis, nos cantos das paredes e forros, assim como nas aberturas para a passagem das tubulações, deverá ser selado com espuma em spray e fita crepe larga, para que ocorra o perfeito isolamento do ambiente.

Para recortar as placas, recomendamos o uso de estilete ou facas afiadas. Utilizar a serra copo para melhor acabamento de detalhes circulares das tubulações. Fazer os recortes sempre antes de aplicar o adesivo.

## *13.8 PROTEÇÃO DE MADEIRA PARA PAREDES*

Para proteção das paredes internas deverão ser colocadas tábuas de madeira, imunizadas contra insetos, em ipê ou cedrinho, com 2 cm de bordas boleadas, revestidas com laminado melamínico verde claro – PP 516, Perstorp-Fórmica ou equivalente, dimensões de 2 x

20 cm, colocada a 0,70 m do piso acabado, fixadas com buchas plásticas n° 8 e parafusos a cada 1,5 m. Nos cantos da sala, o encontro entre as peças deverá ser feito a 45º, no sentido da espessura, para perfeito acabamento. As emendas das peças deverão ter perfeita concordância e ser calafetadas. Após a colocação os parafusos deverão ter a cabeça tamponada com cola e serragem.

### *13.9 REVESTIMENTO PROTEÇÃO DE ATAQUE QUÍMICO*

Os tanques de tratamento e tancagem de químicos deverão receber revestimento interno para proteção contra ataques de produtos químicos, formando uma camada flexível de alto poder de impermeabilização e resistência química.

Deverá ser um sistema de revestimento de poliuretano elastomérico flexível ZEBRON 486, aplicado em demão única de forma contínua e sem emendas, usando a técnica "WET ON WET", por meio de bomba AIRLESS SPRAY COMPONENT AUTOMATIC de alta pressão, com espessura mínima de 3 mm.

As unidades mais sujeitas ao ataque químico proveniente do processo de tratamento sofrerão proteção química serão, no mínimo:

- Os Reatores Anaeróbios (na zona interna superior, 3,0m). O revestimento deverá ser aplicado em todas as estruturas de concreto nesta zona incluindo paredes,colunas,suportes, parte inferior e lateral das passarelas.
- As áreas internas das bacias de contenção dos tanques de armazenagem de cloreto férrico. O revestimento deverá ser aplicado em todas as estruturas de concreto nesta zona interna incluindo paredes,suportes, parte inferior e lateral das passarelas.

As áreas de aplicação também estão indicadas nos desenhos executivos.

**Preparo de superfície:**

- Hidrojateamento de ultra alta pressão (mínimo 25.000 psi) ou jateamento com abrasivo a seco para retirada das partículas soltas e formação de rugosidade mínima para proporcionar boa aderência do sistema ao substrato.
- Fixação de tecido geotextil de polipropileno específico para receber revestimentos dos tipos elastoméricos (com mínimo de 350 g/m²).

**Revestimento:**

Revestimento de poliuretano elastomérico flexível, 100% de sólidos, bi-componente, isento de solventes, metais pesados e alcatrão. Aplicação por Airless Spray de alta pressão, com dosagem automática em demão única e sem emendas sobre tecido geotextil especial para receber este tipo de revestimento, com espessura de 3,0 milímetros.

As características físicas e químicas exigidas do poliuretano elastomérico são:

- Alongamento mínimo de 30% e máximo de 70%, de acordo com métodos ASTM D–412.
- Transmissão ao vapor de água deve ser igual ou menor a 0,08 US PERMS, de acordo com o método ASTM – 1249 (espessura de 2 mm em 24 horas).
- Absorção de umidade (24 horas) não deve ser superior a 0,3%, de acordo com método de teste ASTM-D570.

A película do revestimento acabado não deverá apresentar nenhum tipo de emendas nem mesmo nos locais onde estão localizadas as juntas de dilatação.

O tratamento das juntas de dilatação e a aplicação do revestimento sobre as mesmas devem ser efetuados de acordo com a melhor técnica, de modo a resistir às contrações e dilatações do substrato, nestes locais, sem apresentar rompimento da película.
O aspecto final da película acabada do revestimento deve apresentar-se completamente liso e brilhante, com a finalidade de se evitar a aderência e acúmulo de sujidades.
Para garantir perfeita estanqueidade do sistema, no término dos trabalhos a empresa aplicadora deverá efetuar teste eletrônico da alta voltagem em todas as áreas revestidas por meio de equipamento apropriado, “Holiday Detector”, com acompanhamento da fiscalização desta empresa, objetivando eliminar possibilidades de falhas na película do revestimento.

## *14 ESQUADRIAS / FERRAGENS*

Todos os trabalhos de esquadrias, comuns ou especiais, serão realizados com boa qualidade técnica, por mão-de-obra especializada e executados rigorosamente de acordo com os detalhes e dimensões indicadas nas plantas do projeto arquitetônico.

As medidas constantes no projeto serão conferidas antes da fabricação, com as medidas em “osso” na obra, a fim de que as esquadrias fabricadas encaixem perfeitamente com um mínimo de folga nos vãos a que se destinam.

Nenhuma esquadria poderá ser assentada sem antes ser verificada pela ***Supervisão*** as condições técnicas da mesma, seu funcionamento e se confere com os detalhes de projeto ou com a amostra aprovada.

Caberá a ***Contratada*** a responsabilidade pela perfeita colocação da esquadria. Para isso deverá ser verificado seu prumo e nível, os quais, uma vez acertados permitirão a fixação da esquadria no vão através de buchas de plástico e parafusos, ou por meio de ferragem tipo “asas de andorinha“ especialmente fabricados para esta finalidade.

A especificação das portas e janelas, bem como, o seu assentamento deverá obedecer às especificações constantes no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 10, das Especificações Gerais e de Serviços, no que couber.

### *14.1 PORTA DE MADEIRA*

As portas serão semi-ocas de compensado de pinho, liso, com 32 mm de espessura, com marcos e alisares de pinho de boa qualidade, receberão pintura imunizante prévia.

A madeira deverá ser imunizada e seca, isenta de defeitos tais como rachaduras, nós, falhas, empenamentos, perfurações de insetos, etc.

## *14.2 PORTAS ACÚSTICAS DE ALUMÍNIO*

A porta acústica, confeccionada em chapa dupla de alumínio com miolo interno maciço com vedantes perimetrais e painel Sonex, de espessura 35 mm, para retenção e reflexão de ruídos. Com dimensões de vãos definidos em planta.

## *14.3 PORTAS DE ALUMÍNIO*

Serão colocadas portas de abrir em alumínio anodizado com pintura eletrostática a pó na cor grafite escuro com ferragens metálicas de 1ª qualidade. Cada porta terá os perfis das folhas unidos com cantilhões de alumínio estruturado e parafusados. No quadro do chassi a união será feita com parafusos autoatarrachantes; as dobradiças serão de alumínio especial e os puxadores de alumínio anodizado.

Todas as esquadrias deverão ser fornecidas com embalagem de proteção de papel crepe, sendo transportadas e estocadas com sarrafos de madeira entre as peças e manuseadas com o maior cuidado; não serão aceitas peças com arranhões, mossas ou outro tipo de dano.

Recomenda-se que as esquadrias de alumínio sejam colocadas somente depois de concluídos os serviços de pedreiro.

Depois de colocadas, as esquadrias deverão ser protegidas, contra danos à pintura provenientes de cal, argamassa, ácidos e outros, com aplicação de material adequado. Não será permitido o uso de vaselina como proteção.

A limpeza das esquadrias não deverá ser feita com uso de materiais abrasivos para não prejudicar a pintura.

## *14.4 PORTA E JANELAS DE CHAPA METÁLICA*

Na cabine de medição será colocada porta de abrir, em chapa metálica 14 USG, com venezianas duplas invertidas e tela de proteção.

Na entrada das Subestações serão colocadas porta de abrir, em chapa metálica 14 USG, com tela otis , malha 15 mm, e quadro fixo lateral.

Na área do trafo será colocada porta duas folhas, de abrir, em chapa metálica 14 USG com tela otis, malha 15 mm,  e quadros fixos laterais.

As janelas das Subestações e Cabine de Medição serão do tipo fixa em chapa metálica 14 USG com venezianas duplas invertidas e tela de proteção, padrão CEEE.

As quantidades e dimensões das portas e janelas estão definidas em planta.

Todos os esquadros serão perfeitos e terão os cantos soldados em 45º, sendo bem esmerilhados e limados de modo a ficarem isentos de rebarbas e saliências de solda.

Serão executadas com precisão de cortes e ajustes de acordo com os respectivos desenhos de detalhes.

Todo o material a ser empregado deverá ser de boa qualidade e sem defeitos onde fabricação ou falhas de laminação.

A fixação será executada através de chumbadores de ferro em “asas de andorinha”, fixados na alvenaria com argamassa de cimento e areia traço 1 : 3 e espaçadas preferivelmente de 0,6 mm uma das outras, sendo dois o número mínimo de fixações de cada lado.

Os rebaixos ou encaixes das dobradiças, fechaduras de embutir, testeiras, etc, terão a forma das ferragens, não sendo admitidas folgas que exijam emendas e amassamentos.

Deverá ser prevista, na execução de peças pesadas, a colocação de tirantes e mão francesa para a perfeita rigidez da estrutura.

Em peças de grandes dimensões expostas ao tempo deverão ser previstas juntas de dilatação.

As grades de proteção não deverão possuir espaçamento maior que 0,12 m num dos sentidos.

Para estruturas cuja menor dimensão seja maior que 0,2 m deverão ser tomadas precauções no sentido de reforçar os montantes e peças principais.

As esquadrias deverão ser entregues na obra com todas as ferragens de acordo com o projeto.

Todos os furos dos rebites ou dos parafusos serão escariados e as asperezas limadas. Os furos serão realizados com broca ou máquina de furar. É vedado o uso de punção. Toda a serralheira comum deverá ser fornecida perfeitamente limpa e aparelhada com uma demão de zarcão.

Todas as unidades de serralheria, uma vez montadas, deverão ser marcadas com clareza de modo a permitir fácil identificação e assentamento nos respectivos vãos de construção.

Os acessórios e aplicação das serralherias serão colocados após a conclusão dos serviços de argamassa e revestimento, ou protegidos até que se concluam os serviços que possam afetá-los.

### *14.5 JANELAS DE ALUMÍNIO*

Serão do tipo basculante de alumínio anodizado perfil série 30, com pintura eletrostática na cor grafite escuro, vidros lisos transparentes, com espessura de 4 mm fixados com baguetes de alumínio. As janelas serão protegidas com grades de ferro L=1/8”x1”.

A dimensão e local de fixação de cada janela estão definidos no projeto arquitetônico, vide plantas-baixas, cortes, fachadas e detalhes.

Todas as esquadrias deverão ser fornecidas com embalagem de proteção de papel crepe, sendo transportadas e estocadas com sarrafos de madeira entre as peças e manuseadas com o maior cuidado; não serão aceitas peças com arranhões, mossas ou outro tipo de dano.

Recomenda-se que as esquadrias de alumínio sejam colocadas somente depois de concluídos os serviços de pedreiro.

Depois de colocadas, as esquadrias deverão ser protegidas, contra danos à pintura provenientes de cal, argamassa, ácidos e outros, com aplicação de material adequado. Não será permitido o uso de vaselina como proteção.

A limpeza das esquadrias não deverá ser feita com uso de materiais abrasivos para não prejudicar a pintura.

Os vidros para as janelas obedecerão as disposições da norma da ABNT - NBR 7210 devendo ser planos e transparentes.

Não serão aceitos vidros defeituosos, com bolhas, lentes, ondulações, ranhuras e desbitolados.

Deverão ser fornecidos cortados nas dimensões previstas, evitando-se sempre o corte na obra; as bordas deverão ser esmerilhadas de forma a se apresentarem lisas, regulares e isentas de lascas.

### *14.6 FERRAGEM*

As ferragens das portas serão de primeira qualidade. As dobradiças, das portas, serão de alumínio especial, aço niquelado ou cromado, latão ou de aço inóxidável, devendo cada folha ter, no mínimo, três unidades, fixadas com parafusos inoxidáveis de qualidade e dimensões adequadas para suportar o peso das esquadrias.

O número mínimo de dobradiças usada para porta, é de três unidades sendo de 1,00 m a altura para colocação da fechadura. Todas as peças usadas como ferragem deverão ser novas, de primeira qualidade e estar em perfeitas condições de funcionamento.

As fechaduras serão com caixa e tampa em aço, lingueta zamak com dois avanços, cubo, trinco reversível, cilindro em latão com pino dos quatro lados com molas em aço inóx, com duas chaves, maçanetas do tipo haste fixa em um dos lados. Para a porta do banho, serão do tipo tranquetas externas.

## *15 VIDROS / PELÍCULA / PERSIANAS E BOX*

### *15.1 VIDRO LISO TRANSPARENTE 4 mm E VIDRO TEMPERADO*

Serão colocados vidros lisos transparentes de 4 mm de espessura e vidro temperado de 5 mm e 6 mm, nas janelas definidas pelo projeto arquitetônico (vide plantas).

A manipulação, armazenamento e assentamento das chapas de vidro obedecerão as normas da ABNT.

Não serão aceitos vidros defeituosos, com bolhas, lentes, ondulações, ranhuras e desbitolados.

Deverão ser fornecidos cortados nas dimensões previstas, evitando-se sempre o corte na obra; as bordas deverão ser esmerilhadas de forma a se apresentarem lisas, regulares e isentas de lascas.

As esquadrias, antes de receberem os vidros, deverão ser preparadas e limpas e os caixilhos, quando de ferro, pintados com tinta antioxidante.

Em caixilhos, será obrigatório o uso de gaxetas ou baguetes para apoio dos vidros, facilitando os deslocamentos conseqüentes de dilatação.

Para assentamento das chapas de vidro nos caixilhos, será empregada massa de vidraceiro, exceto nos de alumínio ou com baguetes de alumínio, quando será usada massa de calafetar, tiras ou perfilados de plástico flexível apropriado, resistente às intempéries.

Em nenhuma hipótese o vidro deverá ser apoiado diretamente sobre elementos de sustentação; o repouso de placas no leito deverá ser somente sobre dois calços distanciados a um terço das extremidades das chapas; entre o vidro e a esquadria deverão ser previstas folgas de 3 mm à 5 mm para absorver a dilatação.

Serão incolores transparentes e com superfície lisa; suas dimensões, espessura e detalhes serão indicados no projeto arquitetônico.

Não poderão ser utilizados vidros comuns de espessura inferior à 4 mm.

### *15.2 VIDRO MARTELADO MINI-BOREAL 4 mm*

Nos Sanitários e Vestiários existentes serão colocados vidros martelados mini-boreal de 4 mm de espessura.

Serão incolores e transparentes; espessura 4 mm suas dimensões e detalhes serão indicados no projeto arquitetônico.

### *15.3 PERSIANAS VERTICAIS DE PVC 90 mm*

Persianas verticais, com trilhos em alumínio anodizado de seção 4,5cm de largura x 3,5 cm de altura, na cor mint 406 Persilux ou equivalente, laminas feitas de PVC com 89 mm de largura e espessura de 0,018 a 0,021mm, na cor verde, giro de 180º das lâminas, com cordas e cadarços em poliéster da mesma cor das lâminas, peças do mecanismo em poliacetal, controle de luminosidade através de bastões em acrílico transparente. Com abertura das laminas recolhendo do centro para as laterais (tipo bilateral), da marca Persilux,Vertiflex ou equivalente.

A persiana deverá ficar pelo menos 20cm maior na largura e 10cm na altura para obter uma melhor cobertura da janela.

### *15.4 VISOR ACÚSTICO*

Será colocado na parede divisória da sala de comando de bombas com a sala do operador, em alumínio anodizado na cor preto fosco com 3 vidros de 5 mm, formando 2 câmaras de ar.

A esquadria será fixada com contra-marcos chumbados com resina poliuretânica previamente nas paredes, com vedação perfeita de modo a evitar qualquer passagem de ruído.

### *15.5 PELÍCULA REFLETIVA*

As películas deverão ser produzidas em poliéster de alta tecnologia para o controle solar dos vidros da Casa de Comando e Laboratório. As películas aumentam a eficiência energética do envidraçamento, melhorando o conforto térmico do ambiente por meio de:

- Rejeição de até 78% da energia solar incidente no vidro.
- Redução do ofuscamento causado pela luminosidade excessiva.
- Retardamento do desbotamento de objetos, por bloqueio de 99% de radiação UV.

### *15.6 BOX ALUMÍNIO E ACRÍLICO ABERTO*

Nos banhos/vestiários será colocado um box estruturado em perfis de alumínio anodizado, espessura 3mm, cor natural, fosco, com porta de correr, com puxador, com suporte horizontal para toalha; conjunto composto por um painel fixo e outro móvel; altura 180cm, largura 130cm, o painel é subdividido em 4 partes fixas. O fechamento dos painéis é feito por placas de acrílico espessura 3mm, cor cristal incolor, liso numa das faces e texturizado na outra, com padrão desenho geométrico. Será colocado no banho da sala do operador.

Antes da compra do material deverá ser fornecida uma amostra da chapa de acrílico para que seja aprovado pela ***Supervisão***.

### *15.7 SOLEIRAS / PEITORIS DE BASALTO SERRADO*

Os peitoris externos, quando em janelas, deverão ser embutidos sob a esquadria, e apresentar declividade para fora, sobressaindo no mínimo 2,0 cm do plano da parede e serão dotados de pingadeira.

Os peitoris serão executados nas dimensões indicadas, em basalto serrado nas dimensões: 30 x 3cm. A colocação dos peitoris deverá obedecer, no que for pertinente, o estabelecido no Projeto Arquitetônico.

Deverão serão assentadas com argamassa de cimento e areia, traço 1:4.

Quando em desnível, as soleiras ficarão sempre em nível com o piso de maior cota e sobressairão, ligeiramente, ao plano vertical da parede sobre o piso de menor cota.

Em ambientes contíguos e de mesmo nível será adotado o seguinte critério para soleiras internas: se os dois pisos forem de mesmo material, a soleira também o será; se forem de materiais diferentes, a soleira será do mesmo material do piso do ambiente que a contém. Quando os ambientes tiverem níveis diferentes, o degrau será executado com as disposições do projeto e assentado da mesma maneira que os tipos equivalentes.

As soleiras deverão ser executadas nas larguras indicadas, em basalto serrado nas dimensões: 30 x 3cm.

Deverão serão assentadas com argamassa de cimento e areia, traço 1:4.9.

## *16 PINTURAS*

A execução da pintura nas superfícies previstas no projeto arquitetônico deverá obedecer, no que couber, às especificações constantes no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 11, das Especificações Gerais e de Serviço.

### *16.1 PINTURA COM TINTA LÁTEX ACRÍLICO*

Nas paredes, vigas, lajes de forro, na laje de cobertura externamente e beirais, serão aplicadas pinturas com tinta látex, 100% acrílico, da marca Renner, ou equivalente.

As lajes de forro serão pintadas na cor branca, as paredes internas na cor creme 47C-1P e as externas na cor Apricot Liqueur 18C-1P, as vigas, laje cobertura externamente e beirais na cor Colonial Peach e as telhas da cobertura e as platibandas na cor Pearly Gates.

As imperfeições de concretagem deverão ser previamente reparadas com massa de cimento, alvaiade e areia fina peneirada, no traço volumétrico 1:0,5:1,5, com adição de adesivo sintético na água de amassamento.

As superfícies preparadas receberão fundo selador acrílico, pigmentado branco, para melhoria das condições do substrato.

O tempo e o modo de aplicação das demãos deverá obedecer as recomendações do fabricante.

### *16.2 PINTURA COM TINTA ESMALTE SINTÉTICO*

Nas portas de madeira será aplicada pintura com tinta esmalte sintético à base de resinas alquídicas e pigmentos de alto padrão de qualidade, da marca Renner, ou equivalente.

Antes da aplicação da tinta esmalte sintético deverá ser aplicado fundo antióxido da mesma marca da tinta utilizada. O tipo e a aplicação do fundo, seguirá as recomendações do fabricante, devendo ser diferenciado de acordo com a superfície pintada.

As portas de madeira deverão ser pintadas na cor Cattail 20B-4D, REF. Multicolor Renner ou equivalente.

### *16.3 PINTURA COM TINTA ESMALTE ALIFÁTICO*

Nas monovias, tampas de chapa xadrez do piso, escadas marinheiro, tela Otis, nos portões, grades das esquadrias, logotipo e logomarca metálica serão aplicadas pinturas com tinta esmalte alifático, à base de resinas alquídicas e pigmentos de alto padrão de qualidade.

Antes da aplicação da tinta esmalte alifático deverá ser aplicado fundo anticorrosivo da mesma marca da tinta utilizada. O tipo e a aplicação do fundo seguirá as recomendações do fabricante, devendo ser diferenciado de acordo com a superfície pintada.

Os portões, grades das esquadrias e logotipo e logomarca metálica serão pintados na cor grafite escuro e a monovia e tampa de chapa xadrez do piso na cor Amarelo Segurança 54 8/12 Padrão Munsell, referência marca Renner Marítima / Sumaré Industrial ou equivalente.

### *16.4 PINTURA PVA*

As paredes internas de alvenaria serão pintadas com tinta à base de PVA, 2 demãos, na cor creme 47C-1P e internamente nas lajes de forro na cor branca, referência marca Renner Multicolor ou equivalente.

Os substratos de concreto ou argamassa estarão suficientemente endurecidos, sem sinais de deterioração, isentos de óleo, graxa, bolor, eflorescências e materiais soltos. Em superfícies muito porosas será indispensável a aplicação de selador.

Todo serviço de pintura será precedido por limpeza adequada da superfície, removendo-se totalmente graxas, óleos, sujeiras e escamas.

Os serviços de pintura serão realizados em ambientes com temperatura variando entre 10 ºC e 35 ºC. Em ambientes externos os serviços de pintura serão suspensos quando ocorrerem chuvas, condensação de vapor de água na superfície e ventos fortes. Em ambientes internos as pinturas só devem ser executadas sob razoável ventilação.

A película de cada demão será mínima, contínua, uniforme e livre de escorrimentos. O cobrimento será obtido por sucessivas demãos. Somente será aplicada a demão seguinte quando a anterior estiver perfeitamente seca.

Serão tomados cuidados especiais para evitar salpique de tinta em superfícies não destinadas à pinturas. Quando ocorrer o problema, será procedida a remoção enquanto a tinta estiver fresca, utilizando-se removedor adequado.

As pinturas serão executadas, exclusivamente com tintas preparadas em fábrica, ou sistema misturador, entregues na obra, com sua embalagem original intacta.

## *17 INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS / EQUIPAMENTOS SANITÁRIOS*

Os materiais utilizados e a forma de assentamento deverão obedecer às especificações do Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 13, no que couber.

### *17.1 INSTALAÇÕES DE ÁGUA FRIA*

É o conjunto de tubulações e equipamentos a partir do ramal predial, destinado ao abastecimento dos pontos de utilização de água da edificação, em quantidade suficiente, mantendo a qualidade da água fornecida pelo sistema de abastecimento local.

Recomendações Gerais:

Toda rede de água será em materiais normalizados obedecendo ao disposto nas especificações da ABNT.

Todas as extremidades das tubulações deverão ser protegidas e vedadas durante a construção, até a instalação definitiva dos aparelhos.

As instalações e respectivos testes das tubulações deverão ser executados de acordo com as normas da ABNT, sob orientação da ***Supervisão***.

As deflexões, ângulos e derivações, necessárias às tubulações, deverão ser feitas por meio de conexões apropriadas.

Somente poderá ser permitida a instalação de tubulações que atravessem elementos estruturais quando previstas e detalhadas nos projetos executivos de estrutura e hidráulica, observando-se as normas específicas.

O alinhamento deverá ser corretamente observado para se evitar excessos de esforços laterais, diminuindo-se a possibilidade de infiltração e vazamentos pelas juntas.

Os ramais de distribuição deverão apresentar uma declividade mínima de 2% no sentido do escoamento natural, a fim de facilitar a limpeza e desinfecção.

Os cortes dos tubos serão em seção reta; o rosqueamento deverá ser feito somente na parte coberta pela conexão.

Para tubulações subterrâneas a altura mínima de recobrimento (da geratriz superior do tubo à superfície do piso acabado) deverá ser de 0,50 m sob leito de vias trafegáveis e 0,30 m nos demais casos; a tubulação deverá ser apoiada em toda sua extensão em fundo de vala regular; nos casos necessários, devendo ser apoiadas sobre lastro de concreto e protegidas com pintura asfáltica

As tubulações de água fria deverão ser assentadas acima de outras redes, nos casos de sobreposição.

Os tubos e conexões soldáveis de PVC rígido, junta soldável, para instalação predial de água fria, serão da marca Tigre ou equivalente, de acordo com as normas pertinentes da ABNT, produzidas na cor marrom, no diâmetro de 20 e 25mm, para pressão máxima de serviço de 7,5Kgf/cm² a 20º C.

Os tubos são fabricados em barras de 6 metros com ponta e bolsa para soldar. Os tubos deverão vir acompanhados de bisnagas de cola em quantidade suficiente.

Conforme definido no Projeto Arquitetônico existirão dois reservatórios, sendo um Inferior e um Superior com as seguintes características:

- Tanto o Reservatório Inferior como o Superior serão bi-partidos;
- Em ambos os reservatórios, uma das células será considerada Volume de Consumo Humano e outra considerada de Consumo de Serviço;
- No Reservatório Inferior a reserva de Serviço, através de sistema hidráulico, terá uma predominância de abastecimento com Águas de Precipitações Pluviais e, em caso de estiagem, o abastecimento far-se-á através do Ramal de Distribuição e abastecerá exclusivamente Vasos Sanitários, Mictórios, Torneiras de Limpezas Internas e a Cascata Ornamental Projetada;

- Ambas as células do Reservatório Superior serão abastecidas através de Bombeamento;

A localização das tubulações e reservatórios está indicada nas pranchas do projeto hidrossanitário.

## *17.2 INSTALAÇÕES DE ESGOTO SANITÁRIO*

É o conjunto de tubulações, equipamentos e dispositivos, destinados ao rápido escoamento dos despejos ao poço de sucção da ETE e em todos os sanitários existentes na obra.

Recomendações Gerais:

As instalações e respectivos testes das tubulações deverão ser executados de acordo com as normas da ABNT, sob orientação da ***Supervisão***.

Deverão ser executadas de modo a permitir fácil desobstrução e vedação da passagem de gases e animais das canalizações para o interior da ETE, e ainda impedir a contaminação da água de consumo.

O coletor de esgoto deverá seguir em linha reta, e para os eventuais desvios deverão ser empregadas as saídas de inspeção.

A tubulação de esgoto deverá ser assentada de forma que os tubos fiquem com a bolsa voltada para o lado contrário ao da direção do escoamento, obedecendo as declividades mínimas definidas.

Os ramais em paredes ou pisos rebaixados, em nenhuma hipótese, poderão ser envolvidos com concreto. Caso necessário, deverão ser executadas caixas de reentrâncias para abrigo dos tubos.

As aberturas nas estruturas de concreto para passagem de tubos deverão ser preenchidas com tacos ou buchas antes da concretagem. Nenhum esforço estrutural deverá ser transmitido à tubulação.

As tubulações subterrâneas serão apoiadas sobre lastro de concreto magro, lançado sobre base apiloada e deverão correr em linha reta. As valas só poderão ser fechadas após verificação das juntas, declividade, apoio e estanqueidade. Quando, na parte externa dos prédios, a tubulação deverá ter profundidade mínima de 0,50 m sob leito de vias trafegáveis e 0,30 m nos demais casos.

A ligação de ramal de esgoto ou de descarga deverá ser feita por intermédio de sifão ou caixa sifonada com grelha; as águas de lavagem de pisos e de chuveiros serão escoadas para ralos de caixas sifonadas.

Os sifões deverão ser do tipo ajustável, de PVC, e serão localizados sempre nos extremos dos ramais.

O tubo ventilador deverá ser ligado sempre acima do eixo da tubulação horizontal, até 0,15 m acima da extremidade mais alta, sendo permitido um desvio da posição vertical do tubo ventilador em relação ao tubo horizontal de até, no máximo, 45º. A tubulação deverá ser eficiente, de forma que nenhum resíduo de gás fique no recinto. A transposição do tubo ventilador nos telhados deverá ser vedada, através de terminais de ventilação, de forma a não permitir infiltração de água e entrada de animais.

O esgoto efluente será lançado no PV 5 da Linha de Coleta de Efluente da Caixa de Gordura através de linha de PVC DN 150 mm, conforme desenho ETE 4150 0H-08 P

Os tubos e conexões para esgoto primário e secundário serão em PVC, junta elástica, da marca Tigre ou equivalente, de acordo com as normas pertinentes da ABNT, produzidos na cor branca, nos diâmetro de 40, 50, 75, 100 e 150mm. A localização das tubulações está indicada nas pranchas do projeto hidrossanitário.

Os tubos são fabricados em barras de 6 metros com ponta e bolsa para anel de borracha. Para cada bolsa deverá ser fornecido o anel de borracha correspondente.

### *17.3 METAIS*

Os metais sanitários serão com acabamento cromado, da marca Deca ou equivalente, de primeira qualidade.

Os metais indicados abaixo serão implantados nos locais indicados no projeto:

. Registro de Pressão 20 mm com canopla;

. Registro de Gaveta 25 mm e

. Torneira para lavatório;

. Torneira para pia.

### *17.4 LOUÇAS E COMPLEMENTOS*

Os aparelhos sanitários deverão ser constituídos de material cerâmico esmaltado, vitrificado, e sob todos os aspectos da melhor qualidade e sem defeitos, bem como satisfazer às exigências das prescrições NBR-6498, NBR-6499, NBR-6500 da ABNT.

As louças serão de primeira qualidade, na cor branca, com kit de fixação e ferragem completa. Para o prédio da administração as louças serão da linha Monte Carlo, DECA, na cor branca e as pias serão de semi-encaixe em balcão de granito Cinza Andorinha. Para as demais instalações serão da linha Carina, marca Ideal Standart ou equivalente.

As peças citadas abaixo serão implantadas nos locais indicados no projeto:

. Bacia Sanitária com Caixa Descarga Acoplada e Assento

. Lavatório de Louça com 1/2 Coluna e demais acessórios

. Meia saboneteira de louça

. Saboneteira de louça para chuveiro

. Papeleira de louça com rolete

. Porta papel toalhas

. Cabide Duplo de Louça

. Dispensador sabonete líquido

. Ducha Plástica 5000 W

O lavatório será colocado com a borda externa da bacia a 0,80 m do piso acabado e de modo a permitir uma folga de 4 mm em relação à parede acabada.

As saboneteiras de lavatórios ficarão na 2ª fiada inteira, acima da borda superior do aparelho, ou ainda, na fiada imediatamente acima deste.

O cabide duplo ficará assentado na 10ª fiada de azulejos, ou, quando o nível deste for mais baixo, na fiada imediatamente abaixo da de terminais.

## *18 ACESSÓRIOS*

### *18.1 CHAPA PARA PISO - TIPO XADREZ (CANALETA DE CABOS)*

Nas canaletas de cabos do piso deverão ser colocadas chapas xadrez de 6,35 mm, galvanizada a fogo, assentadas sobre cantoneiras metálicas, instaladas junto ao piso para que ocorra uma linearidade com o mesmo, quando da sua colocação.

A pintura deverá ser zebrada e na cor amarelo/preto, 45°, 10 cm (Amarelo 5Y-8/12 e Preto N1, padrão Munsell).

### *18.2 TAMPA METÁLICA PARA PISO*

No Tratamento Preliminar, Caixas de Lodo dos Decantadores, Tanque de Lodo e Elevatória de Água de Retorno serão colocadas tampas metálicas com as dimensões indicadas no projeto que servirão para proteção.

A pintura deverá ser zebrada e na cor amarelo/preto, 45°, 10 cm (Amarelo 5Y-8/12 e Preto N1, padrão Munsell).

### *18.3 ESCADA TIPO MARINHEIRO*

As escadas tipo marinheiro, constantes no projeto (vide plantas) devem seguir as seguintes especificações: com patamar intermediário a cada 3 metros, com guarda-corpo, ambos em perfis pultrudados de fibra de vidro reforçados com resina ester vinílica pigmentada na cor amarelo segurança com aditivos anti raios UV e retardantes de chama, produzidos pelo processo de pultrusão, conforme projeto mecânico.

Características do Produto:

| | |
|---|---|
| Arcos do guarda-corpo | Arcos moldados com raio de 400 mm, barra chata 1 ½” x 5/8”<br>Distância entre arcos: 900 mm<br>Altura do 1º arco: 2000 mm<br>Fixação aos montantes: talas em inóx 304 #3mm<br>Barras Verticais: barra redonda 9 x Ø 5/8”<br>Parafusos: Inóx ¼ x 2” |
| Montantes | Barra chata 1 ½” x 5/8” aos pares |
| Degraus | Barra redonda 5/8”<br>Engastamento: com chapa pultrudada de ¼” para aumentar espessura, solidamente encaixado e colado com epóxi<br>Proteção ao atrito: superfície antiderrapante |
| Distância da parede | 210 mm |
| Engaste à parede | Suporte em inóx 304 a cada 2 ou 3 metros, com chumbadores |
| Largura útil da escada | 400 mm |
| Peso Linear | 18 Kg/m |
| Altura Máxima recomendada | 6 metros por módulo, com descanso entre eles |

Os componentes são integralmente em pultrudados de fibra de vidro, com exceção dos parafusos e das chapas de união entre os arcos e os montantes e dos montantes à estrutura de concreto, que deverão ser em aço inóx AISI 304.

### *18.4 GUARDA-CORPO PADRÃO DMAE*

Para proteção junto às passarelas e escada de acesso ao poço de bombas serão instalados guarda-corpos h= 120 cm, modelados em perfis pultrudados de fibra de vidro reforçados com resina ester vinílica pigmentada na cor amarelo segurança com aditivos anti raios UV e retardantes de chama, produzidos pelo processo de pultrusão.

### *18.5 LETREIRO METÁLICO "ETE SERRARIA"*

Na parede externa da ETE, deverá ser colocado um letreiro metálico, com letras individualizadas em aço inóx, tipo caixa, chapa 20 (1 mm), na parte frontal do letreiro, e chapa 22 (0,8mm) na lateral, com o texto "ETE SERRARIA". As letras metálicas deverão ser pintadas com esmalte sintético na cor preto fosco, em três demãos, sobre fundo selado, conforme padrão DMAE.

### *18.6 LOGOMARCA METÁLICA*

No Pórtico, no Prédio da Administração e no Prédio da Desidratação da ETE deverão ser colocadas logomarcas metálicas, com pintura esmalte sintético na cor preto fosco, conforme padrão DMAE.

### *18.7 PLACA DE IDENTIFICAÇÃO EM CONCRETO PADRÃO DMAE*

Na parte externa do muro da estação deverá ser colocada uma placa de identificação, em concreto (brita zero e armadura) envernizado e=6cm, letras em baixo relevo, pintadas no fundo, conforme padrão DMAE, com o texto "ETE SERRARIA" e a logomarca DMAE.

## *19 PROTEÇÃO CONTRA INCÊNDIO*

A instalação dos extintores é obrigatória entre outras, pela Lei Complementar nº 20 e seus decretos reguladores.

A prevenção de combate a incêndios deverá obedecer as normas de segurança, ao disposto no código de posturas do município e ao corpo de bombeiros. Para isso foram previstas algumas unidades autônomas de combate a incêndio, conforme descrição abaixo:

***a)*** Os extintores deverão ser instalados em suportes adequados de solo, serem numerados e portadores de Selo de Marca de Conformidade do INMETRO.

***b)*** Abaixo dos extintores deverá ficar uma área livre de no mínimo 1,00 x 1,00 m, não podendo ser obstruída de forma alguma.

***c)*** Os extintores deverão ser numerados, devendo a numeração constar no suporte e no extintor e estarem claramente sinalizados e com indicação das classes de incêndio, com placas de acrílico indicando seu tipo e uso.

Serão colocadas baterias de 03 extintores.

Junto aos extintores deverá ser colocada placa de identificação dos mesmos em plástico de alta performance, com dimensões de 35 x 25 cm.

Serão colocadas baterias de extintores em todos os prédios da ETE e das SUBESTAÇÕES ELÉTRICAS.

- Extintor Água Pressurizada 10 kg c/ suporte de piso: 01 unidade
- Extintor Pó Químico Seco 4 kg c/ suporte de piso: 01 unidade
- Extintor CO2 4 kg/6 kg c/ suporte de piso: 01 unidade

## *20 INSTALAÇÕES HIDRÁULICO – MECÂNICAS*

Os sistemas e equipamentos nas Especificações Técnicas dos itens 20.1 a 20.66 deverão ser fornecidos por Fabricantes de reconhecida tecnologia e qualidade, com experiência comprovada de fornecimento e operação em estações de tratamento similares. Não será aceita a fabricação de equipamentos diretamente pela Contratada. Para a autorização de compra de cada item pela Contratada, esta deverá ser aprovada por uma equipe técnica de planejamento, operação e manutenção do DMAE. Nesta etapa deverão ser apresentados, em conjunto com proposta técnica detalhada do fabricante escolhido pela Contratada, os desenhos básicos de arranjo geral, folhas de dados específicas e relação de fornecimentos similares/contatos para aceitação, pelo DMAE, da compra dos equipamentos mecânicos. Poderão ser solicitados Atestados Técnicos dos fabricantes se necessário. Os equipamentos poderão também serão vistoriados para fiscalização e aprovação, na fábrica, antes da entrega pelo fabricante. Os custos de deslocamento de até 3 (três) técnicos do DMAE correrão por conta da Contratada. Caso o Fabricante solicite alguma alteração na Especificação Técnica durante a fase de fornecimento, esta deverá ser documentada e justificada por escrito pela Contratada para aprovação pelo DMAE.

Será de responsabilidade da Contratada o treinamento de pessoal para operar, manter e controlar os equipamentos fornecidos. Serão realizados os treinamentos durante a partida da Estação de Tratamento. O Programa de Treinamento Básico deverá ser apresentado com antecedência pela Contratada e será constituído por cursos e estágios dentro do país. A partir do Treinamento Básico será definido o Treinamento Definitivo. Os cursos deverão ser ministrados por técnicos de notório saber junto a Estação de Tratamento. Os estágios deverão propiciar condições de acesso à tecnologia fornecida. O Manual de Operação dos Sistemas deverá ser elaborado pela contratada. Deverá estar incluso 3 (três) cópias dos manuais e 1(uma) em meio eletrônico. Os custos de Treinamento incluindo deslocamento e estadias serão de responsabilidade da Contratada. O DMAE colocará a disposição da Contratada o pessoal nas datas definidas.

Após as obras a Contratada deverá prestar assistência técnica ao DMAE durante a Partida da ETE. Entende-se por Partida as etapas dos Testes Iniciais com água limpa e Start Up com esgoto. Deverá ser apresentado pela Contratada cronograma detalhado para esta fase. A Partida será procedida após a conclusão das obras e a aceitação dos equipamentos se dará após a

etapa de Start Up pela equipe de planejamento, operação e manutenção. Após o Start Up a Contratada deverá manter na ETE, as suas expensas, pelo período de 120 (cento e vinte dias) disponibilizando pessoal especializado apto a prestar assistência técnica para fornecimento de informações relativas aos procedimentos dos equipamentos, orientação para ajustes necessários e elaboração de relatório final de performance operacional dos equipamentos. Durante esta fase todos os custos relativos a modificações de equipamentos serão por conta da Contratada.

As Garantias de fornecimento dos equipamentos e sistemas incluem os defeitos de fabricação, vícios ocultos e atendimento a performance/ capacidades solicitadas serão de 24 (vinte e quatro) meses contados após o Start Up da operação com esgoto. As Garantias do Fabricante e Contratada serão solidárias. Os custos necessários às Garantias correrão por conta da Contratada. Deverá ser previsto nos fornecimentos peças de reposição necessárias para dois anos de operação após a aceitação final das obras e entrega final da ETE.

## *20.1 GRADEAMENTO GROSSEIRO – TP-GG*

Este dispositivo serve para a retenção de sólidos grosseiros em suspensão e corpos flutuantes. A grade metálica será executada com barras chatas de aço inox AISI 304 de 3/8", inclinação 60º, dispostas paralelamente de modo a permitir o fluxo normal dos esgotos, e para reter adequadamente o material que se pretende remover, espaçadas a cada 50 mm, encaixadas e soldadas em perfil confeccionado de barra chata em aço inox AISI 304 com 3”x3/8”. As grades serão colocadas com apoios no fundo do canal de chegada e na passarela de apoio. A limpeza será manual, devendo ser fornecido rastelo e caixa de detritos (500 l) em aço inox 304, com dreno diâmetro 1.1/4” e tela perfurada.

Deverão ser executadas conforme dimensões constantes no projeto, para canal com 1,65 m de altura e 3,50 m de largura.

Deverá ser fornecido 01 (um) conjunto de duas unidades com dimensões de 1,65 m x 1,75 m, cada, para facilitar montagem.

## *20.2 COMPORTAS AFLUENTES PENEIRAS – TP-CAP*

Comportas em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento motorizado, para canal com altura de 1,65 m e largura de 2,0 m. Possui chaves de fim de curso, indicando comporta aberta ou fechada, com 100% de estanqueidade em carga de 1,65 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, embutida nas paredes e fundo do canal, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas, no fundo do canal, deverá manter o mesmo alinhamento do fundo do canal, sem nenhum ressalto ou rebaixo. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L

com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do canal e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 1,65 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito. Vida útil mínima de 25.000 horas. Com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica.

A haste de elevação deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4" e guias em UHMW. O acoplamentos, porcas, parafusos também em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, deverá ser efetuado por meio de motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,80 e lubrificação por banho de óleo, devendo haver indicação do sentido abre e fecha, com fim de curso que impeça a deformação da estrutura ou da comporta por excesso de aperto.

Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.3 COMPORTAS EFLUENTE PENEIRAS – TP-CEP*

Comportas em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento motorizado, para canal com altura de 1,95 m e largura de 2,0 m. Possui chaves de fim de curso, indicando comporta aberta ou fechada, com 100% de estanqueidade em carga de 1,95 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, embutida nas paredes e fundo do canal, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas, no fundo do canal, deverá manter o mesmo alinhamento do fundo do canal, sem nenhum ressalto ou rebaixo. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do canal e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 1,95 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito. Vida útil mínima de 25000 horas..com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica.

A haste de elevação deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4" e guias em UHMW. Os acoplamentos, porcas, parafusos também em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, deverá ser efetuado por meio de motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,80 e lubrificação por banho de óleo, devendo haver indicação do sentido abre e fecha, com fim de curso que impeça a deformação da estrutura ou da comporta por excesso de aperto.

Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.4 COMPORTAS AFLUENTE DA CAIXA DE AREIA – TP-CAC*

Comportas em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento motorizado, para canal com altura de 1,95 m e largura de 2,0 m. Possui chaves de fim de curso, indicando comporta aberta ou fechada, com 100% de estanqueidade em carga de 1,95 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, embutida nas paredes e fundo do canal, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas, no fundo do canal, deverá manter o mesmo alinhamento do fundo do canal, sem nenhum ressalto ou rebaixo. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do canal e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 1,95 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito. Vida útil mínima de 25.000 horas. Com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica.

A haste de elevação deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4” e guias em UHMW. Os acoplamentos, porcas, parafusos também em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, deverá ser efetuado por meio de motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,80 e lubrificação por banho de óleo, devendo haver indicação de sentido abre e fecha, com fim de curso que impeça a deformação da estrutura ou da comporta por excesso de aperto.

Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.5 PENEIRA MECÂNICA – TP-PM*

Peneiramento mecânico de esgoto, de barras paralelas do canal de entrada do efluente bruto para separação de sólidos com elevação vertical do tipo *step-screen* (tipo escada ou escalar), dotada de mecanismo automático de remoção dos sólidos retidos. Cada peneira deverá ter capacidade de vazão de pico para 1.500 l/s (equivalente à vazão máxima de final de plano), retenção de sólidos 3 mm, filtragem horizontal e vertical. Largura do canal 2,0 m, profundidade canal 1,80 m, elevação até o transportador helicoidal de 2,4 m. As peneiras mecânicas consistirão de conjuntos de barras verticais inclinadas, com formato de serra a montante, afastadas entre si de 3 mm. Neste tipo de peneira, as barras devem ser, de forma alternada, uma

fixa e outra móvel, e promover por meio de seu movimento o deslocamento do material gradeado para a esteira transportadora. A profundidade da seção das barras deverá ser adequadamente estabelecida, em função dos esforços incidentes. A limpeza é feita pelo movimento dos conjuntos de barras móveis, acionado de maneira intermitente, seja pela atuação de um timer controlador, com tempos ajustáveis entre limpezas, ou pela perda de carga na grade.

As peneiras deverão ser rigidamente encaixadas no fundo e paredes laterais, devendo a sua extremidade superior ultrapassar a borda das paredes do canal, de uma altura tal, que permita a descarga do material peneirado até a o transportador helicoidal.

Todos os componentes da peneira e dos dispositivos de limpeza deverão ser devidamente dimensionados para resistir a todos os esforços que possam ocorrer durante a operação. Para a prevenção de que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados na grade, deverá ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema, interrompendo imediatamente a operação, devendo ainda ter um dispositivo tipo embreagem para proteção contra travamento acidental.

O acionamento do mecanismo de limpeza deverá possuir três formas distintas e não exclusivas de operação: local, remoto/ manual ou remoto/ automático. Nessa última condição, deverá prever uma medição do desnível entre os níveis de água a montante e a jusante da grade, por meio de ultra-som, e o acionamento do motor da peneira sempre que o desnível atingir 150 mm (parâmetro configurável para cada peneira, independentemente). O terceiro mecanismo será constituído por um *timer* regulável, para a partida do motor em intervalos de tempo determinados, com possibilidades de que o mesmo varie de 20 a 120 minutos. A duração da operação de um ciclo de limpeza deverá também possuir a flexibilidade de variação, entre 5 e 20 minutos.

Características construtivas: Todo o corpo, estrutura e perfis de sustentação deverão ser em aço inox AISI 304. Nenhum elemento deverá ser executado em SAE 1020 ou similar. Base e chapas laterais com espessura de 3/16” com reforços. Base do chassis com viga L com espessura de 3/16”, laterais com espessura de 12,77 mm.

Todo o corpo e estrutura de sustentação serão totalmente em aço inox AISI 304 submetidos à decapagem química e passivação, exceto peças de conexões, acionamentos e mancais. Nenhum elemento estrutural deverá ser executado em SAE 1020 ou similar.

Sistema de acionamento por motorredutor engrenagens helicoidais com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo, com proteção contra o travamento do mecanismo de auto limpeza por meio de chave do tipo limi-torque e pino-fusível. Motor elétrico trifásico, potência mínima 0,5 Kw, TFVE, IPW 55, 60Hz. Conjunto transmissão e tração do acionamento composto por eixo de transmissão em aço inoxidável AISI 304 (diâmetro de 54 mm).

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor.

Painel elétrico de força/comando/operação conforme DIN EN 60 204-1, com CLP dedicado, para acionar a peneiras, bomba de lavagem, proteção IP-55, pintura epóxi. Controle automático da peneira conforme o diferencial de nível. Instalado junto aos equipamentos.

CLP este que monitora e controla todos os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Este CLP será interligado ao "switch" principal da rede por intermédio padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado. No que tange o controle, o referido CLP controlará o conjunto de equipamentos que envolve as 04 (quatro) peneiras. Dessa forma, deverá ser entregue 01 (hum) painel, contendo 01 (hum) CLP somente. Para a partida da Planta, deve ser adquirido uma CPU sobressalente, idêntica em características à CPU instalada, inclusive com software de controle já carregado em sua memória.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades em conjunto com o transportador helicoidal para garantia e eficiência.

### *20.6 ROSCA TRANSPORTADORA COM COMPACTADOR – TP-RTD*

Rosca transportadora de detritos em aço inoxidável, com rosca sem eixo, fechada e acoplada aos conjuntos de peneiramento mecanizado, com 12,5 m de comprimento, com base e apoio. Com compactador de sólidos no final do transporte horizontal com 25% mínimo. O equipamento para transporte dos detritos recolhidos pelas peneiras irá lançar todo o material retido na caçamba de detritos. Descarregamento com bocal de saída vertical (2,0 m) e saia de descarga em neoprene.

Constituída por uma rosca sem fim, com 12,5 m de comprimento e 0,30 m de diâmetro que, com sua movimentação, carrega os detritos despejados pelas peneiras até o ponto de descarga na caçamba. A rosca transportadora deverá ser fabricada sem eixo, laminada a frio, em aço inoxidável AISI 304. Os mancais deverão ser de construção robusta, devendo possuir ponto de lubrificação contínua. O equipamento deverá ser balanceado para operação suave. A estrutura deve ser rígida, construída de maneira a não apresentar deformações prejudiciais em decorrência de esforços originados durante o funcionamento. Todo o conjunto deverá se adaptar ao sistema de descarga das peneiras, formando um conjunto totalmente fechado, com acesso através da desmontagem das tampas superiores. Os raspadores deverão prever ponteira de metal duro para resistir à abrasão da areia.

Calha em aço inox AISI 304, espessura mínima 3mm, revestida com polietileno. Helicóide em aço inox AISI 304 com espessura mínima ¼". Mancais em ferro fundido, rolamentos de esferas autocompensadores, lubrificação manual. Os mancais do parafuso deverão ser dimensionados para as condições do meio, prevendo-se o transporte de detritos de grande densidade, alta abrasão e meio agressivo. Todos os rolamentos deverão ser de dupla blindagem com retentores tipo V e lubrificação manual.

Todo o corpo e estrutura de sustentação serão totalmente em aço inox AISI 304 submetidos a decapagem química e passivação, exceto peças de conexões, acionamentos e mancais. Nenhum elemento estrutural deverá ser executado em SAE 1020 ou similar.

O mecanismo de acionamento deverá ser adequado ao esforço requerido, devendo ser dotado de motorredutor para regular a velocidade de rotação da rosca. Sistema de acionamento

por motorredutor das engrenagens helicoidais com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo, 24 rpm máximo. Motor elétrico trifásico, potência mínima 0,75 Kw, TFVE, IPW 55, 60Hz.

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor.

Painel elétrico de força/comando/operação, com CLP dedicado de pequeno porte, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado junto ao equipamento. O painel de controle deverá permitir o acionamento automático e manual. Deverá ser instalada, próxima ao equipamento, botoeira para operação local/remota e dispositivo para acionamento manual. Deverá dispor de proteção contra o travamento do conjunto por meio de chave do tipo limi-torque e pino-fusível.

CLP este que monitora e controla os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Será interligado ao “switch” principal da rede por intermédio padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade em conjunto com as peneiras para garantia e eficiência.

### *20.7 CARRO DA CAÇAMBA – TP - CA*

Carro para movimentação das caçambas de areia (04 unid.) e de materiais grosseiros (01 unid.) no Tratamento Preliminar. Capacidade de 11,0 toneladas, com largura 1,90 m e comprimento 2,80m. Velocidade de translação de 3,5 m/min. Estrutura do carro em perfis laminados U 8”, de aço carbono A36. Piso em chapa xadrez 3/16". Com trilhos TR 45 com 7,30 m de curso e fixação no piso. Pára-choque limitador dianteiro e traseiro e fim de curso de eletromecânico de emergência. Rodas tipo trem guia, diâmetro 250 mm, eixo de transmissão em aço carbono SAE 1020 diâmetro 2”, mancais de ferro fundido cinzento e rolamentos rolos com lubrificação manual. Pintura epóxi 200 micra.

Conjunto de acionamento embutido internamente no carro por motorredutor de engrenagem helicoidal com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço mínimo 1,60. Transmissão e redução posterior por engrenagens e correntes de passo duplo. Motor trifásico 220/380V, TFVE, IPW55, 60Hz, classe B, 1160/1750 rpm. Painel elétrico de força/comando/operação, lâmpadas indicadoras de falhas e distribuição por cabos tipo ponte rolante.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

## *20.8 PORTICO, MONOVIA E TALHA – TP-PR*

Portico com monovia com trole e talha elétrica motorizada, própria para uso em ambiente aberto, para acesso e manutenção das peneiras mecânicas.

As Pontes Rolantes com talha e trole elétricos deverão ser fornecidas e instaladas de acordo com as características indicadas no projeto básico hidráulico- mecânico, devendo seguir as normas estabelecidas, em comum acordo com a ***Fiscalização*** do DMAE.

**- CDES-PR1**

**Trole e Talha Elétrica 4 toneladas**

| | |
|---|---|
| Capacidade: | 4.000 kg |
| Alt. Útil de Elevação: | 4.000 mm |
| Vel. Mín. Elevação: | 500 mm/min |
| Vel. Máx. Elevação: | 5.500 mm/min |
| Vel. Mín. Trole: | 1.000 mm/min |
| Vel. Máx. Trole: | 30.000 mm/min |
| Pot. Motofreio Talha: | |
| Pot. Motor Trole: | |
| Gancho: | Tipo Anzol |

## *20.9 PONTE REMOVEDORA DESARENADOR – TP-PRCA*

Ponte removedora de areia tipo ponte rolante com bomba para desarenador horizontal aerado por gravidade. Dimensões do canal 6,0 m de largura x 36 m de comprimento. Largura da passarela da ponte 1,50 m. Remoção da areia por bomba de submersa BCA. Velocidade de arraste do sistema de translação 2,40 m/min. Acionamento por ponte rolante de movimentação em trilhos guia. Sistema de raspagem superficial de gordura, com rampa e caixa de coleta em aço inox AISI 304.

Toda a estrutura da ponte será em perfis tipo U/L de chapa dobrada de aço inox AISI 304, exceto peças de conexões, acionamentos e mancais. Nenhuma chapa terá espessura inferior a 3/16”. Apoio dos mancais com espessura de ½”. Saída areia no descarregador da canaleta lateral do desarenador por tubulação 4" em aço inox AISI 304, espessura 2mm. Curvas do sistema de tubulação forjadas de raio longo para resistência ao desgaste por abrasão. Corrimão tubular em aço inox AISI 304 diâmetro 1” com roda-pé. Piso em grade expandida poltrudada PRFV.

Sistema de acionamento por motorredutor engrenagens helicoidais com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo, ligado diretamente ao eixo de tração sem a utilização de reduções secundárias. Motor elétrico trifásico, potência mínima 1,5 cv, TFVE, IPW 55, 60Hz. Trilhos em perfil SAE 1045 1"x1". Quatro rodas guia em aço carbono 1045. Duas rodas solidárias com transmissão contínua dos lados opostos da ponte. Eixo de interligação diâmetro 2" SAE1045. Mancais em ferro fundido nodular com vedação retentor de borracha bi-partido tipo V. Rolamentos dos mancais do tipo rolos autocompensadores com lubrificação manual com graxa.

Todas porcas, parafusos e arruelas serão em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor.

Bomba centrífuga submersível com rotor tipo aberto para sucção e remoção de areia (até 4 %), vazão 75 m³/h x 1,2 bar. Corpo da bomba em ferro fundido A48CL30 e rotor em aço inox AISI 304. Passagem livre de sólidos e areia até 50 mm. Motor assíncrono, trifásico, isolação classe F, com rotor em curto circuito, operando com câmara a seco. Com chaves térmicas em cada fase do enrolamento, conectadas em série. As chaves térmicas devem abrir à temperatura de 125ºC, parar o motor e ativar um alarme. Deverá ser provida com no mínimo 10 metros de cabo elétrico flexível com classe de isolação de 750 V. Rolamentos pré-lubrificados com graxa isentos de manutenção. Kit de instalação e elevação da bomba tipo móvel com cabos guia para elevação em profundidade de 3,5 m.

Sistema de elevação com enrolador manual da bomba com cabos (diâmetro 3/16") e guias de descida aço inox 304. Conexão da bomba e a tubulação rígida com mangueira flexível resistente as pressões de bombeamento e desgaste por abrasão.

Painel elétrico de força/comando/operação conforme para acionar o motor do carro e bomba. Com CLP dedicado, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado fixo ao equipamento. O sistema elétrico da ponte e bomba e movimentação dos cabos no percurso do carro deverá ser completo. Dispositivo sensor de proximidade indutivo para acionamento do mecanismo vai e vem da ponte, com cabo de energia suportado por cabos de aço formando espiras. Tanto o motor da ponte como da bomba devem ser providos de temporizador para ajuste de operação. Sistema desenrolador do cabo e tambor em aço inox AISI 304. Todo o sistema dever ser fornecido por um único fornecedor.

O CLP monitora e controla os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Terá "link" de comunicação com CLP do Tratamento Preliminar via protocolo Ethernet, freqüência de 2,4 GHz, na tecnologia "wireless". Adicionalmente, terá instalada antena OMNI com cabeamento de 20m.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

## *20.10 CLASSIFICADOR DE AREIA - CLA*

Classificador de areia helicoidal para vazão de entrada 75 m³/h. Tempo de detenção mínimo na câmara de entrada de 6 min. Separação da areia até 0,20 mm com eficiência de 90%. Alimentação por vertedouro V regulável promovendo fluxo uniforme. Câmara de entrada de fluxo tipo vórtex radial para separação inicial e lavagem da areia. A areia depositada no fundo do tanque deverá ser classificada por transportador helicoidal ascendente sem fim, com ângulo de elevação entre 22 e 25º. Bocal de entrada de efluente do desarenador e de saída clarificado com 8". Flanges forjados 150# ANSI B16.5. Saída areia bocal superior retangular com saia de neoprene 3 mm com altura mínima de 2,20 m da base.

Todos os componentes do separador de areia deverão ser devidamente dimensionados para todos os esforços que possam ocorrer durante a operação. Para a prevenção de que não sejam danificados os mecanismos de limpeza, em função da eventual captura de objetos pesados pelo conjunto, deverá ser prevista uma proteção contra sobrecarga no sistema, interrompendo imediatamente a operação, com chave limitadora de torque.

Todo o corpo e estrutura de sustentação serão totalmente em aço inox AISI 304 submetidos a decapagem química e passivação, exceto peças de conexões, acionamentos e mancais. Nenhum elemento estrutural deverá ser executado em SAE 1020 ou similar. Nenhuma chapa deverá ter espessura inferior a 1/8”. Helicóide de elevação com espessura mínima de 5/8” dimensionado para a mínima flexa. Apoio dos mancais com espessura de ½”. Colunas de apoio (6 un.) executadas em perfil U/L. Sapatas de apoio com espessura ½”. Tampas de acesso para todo o conjunto do helicóide de inspeção, de fácil remoção.

O helicóide deverá ser tipo sem fim, de passo simples, e será executado com resistência ao desgaste e abrasão. Helicóide tipo rosca furo passante (rosca sem eixo) laminado a frio em AISI 304. Mancais em ferro fundido nodular com vedação retentor de borracha bi-partido tipo V no superior e selo mecânico no inferior. Rolamentos dos mancais do tipo rolos autocompensadores com lubrificação manual com graxa.

Acionamento motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B. Redução por motorredutor de engrenagens helicoidais paralelas com banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo.

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor.

Painel elétrico de força/comando/operação, com CLP dedicado, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado junto ao equipamento

CLP este que monitora e controla todos os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Este CLP será interligado ao “switch” principal da rede por intermédio

padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado. No que tange o controle, o referido CLP controlará o conjunto de equipamentos que envolve os 04 (quatro) classificadores. Dessa forma, deverá ser entregue 01 (hum) painel, contendo 01 (hum) CLP somente. Para a partida da Planta, deve ser adquirido uma CPU sobressalente, idêntica em características à CPU instalada, inclusive com software de controle já carregado em sua memória.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.11 BOMBA DE RETORNO DA CAIXA DE AREIA – TP-ERCA*

Bomba centrífuga submersível, de sucção simples; com vazão de operação 300 m3/h e pressão de 1,2 bar, para bombeamento de esgoto bruto da saída dos classificadores de areia (até 1% de areia).

Corpo, carcaça construídos em ferro fundido cinzento A48CL30, protegidos externamente com cobertura através de pintura anticorrosiva ou epóxi poliamida. Eixo único entre bomba e motor, em aço inox AISI 420, sendo uma extensão do motor sem acoplamentos intermediários. Rotor em ferro fundido A48CL30 com passagem de sólidos até 70 mm. Selagem dos componentes da bomba deve incorporar contatos metal/metal entre superfícies usinadas. Superfícies críticas, onde é necessária selagem impermeável, devem ser usinadas e munidas de anéis O-ring de borracha nitrílica. Com compartimento estanque preenchido com água limpa ou óleo parafinado lubrificante, não agressivo ao meio ambiente, com drenos e plugs de inspeção.

Todos os parafusos, porcas, arruelas serão em aço inoxidável AISI 304. Rolamentos pré-lubrificados em graxa para funcionamento isento de manutenção.

Instalação da bomba com kit do tipo fixo, composto de curva de descarga em ferro fundido A48CL30, com cabos guia e acessórios para profundidade de instalação de 3,60 m, grampo em ferro fundido A48CL30 e corrente manilha com 4,5 metros de comprimento, diâmetro 5/16”.

Motor elétrico de indução, assíncrono, trifásico, com rotor em curto circuito, operando em câmara estanque a seco Isolação classe F, para até 155°C, isolação IP 68. Fator de potência superior a 0,92, correção através de banco de capacitores. Com sistema de refrigeração para permitir uma operação contínua de líquido a uma temperatura de até 40°C. Deve incorporar chaves térmicas em cada fase do enrolamento, conectadas em série. As chaves térmicas devem abrir à temperatura de 125ºC, parar o motor e ativar um alarme. Inclui 10 metros de cabo elétrico flexível com classe de isolação mínimo de 750 V. Rendimento mínimo 60%.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Todas as bombas submersíveis devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.12 SOPRADORES DE AR TIPO ROOTS DESARENADOR – TP-SP*

Compressor soprador de ar de lóbulos rotativos e deslocamento positivo, tipo Roots para sistema de aeração por ar difuso. Vazão na sucção 40 Nm³/min e pressão de operação 5,0 mca. Rotação 3350 rpm. Temperatura de sucção 15 a 35°C. Temperatura da saída do ar 102°C. Corpo em ferro fundido cinzento com refrigeração por aletas externas com temperatura máxima 130ºC.

Engrenagens de sincronização em aço de liga especial, retificadas e tratadas termicamente, lóbulos em ferro fundido nodular, rolamentos de rolos de dupla carreia e lubrificação por salpicamento de óleo. Base metálica em aço carbono, perfis laminados A36 para motor e soprador com coxins amortecedores. Pintura epóxi com espessura de 200 micra.

Motor elétrico TFVE 220/380 V, trifásico, classe B, 60Hz, IP55, com 75 CV.

Conjunto de transmissão em polias e correias com capa de proteção em aço carbono SAE 1020. Filtro de ar. Silenciador de admissão e saída do ar tipo sanitário (sem qualquer tipo de enchimento), próprio para sistema de aeração por ar difuso. Acessórios: junta de dilatação amortecedora, válvula de retenção, válvula de segurança, manômetro e tê de redução. Conexão de saída 4” flange ANSI-B-16.5.”

Nas linha de alimentação de ar, em número de 04 (quatro), em cada uma delas deverá ter instalado 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem. O Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado.

Deverão ser fornecidas 05 (cinco) unidades, em conjunto com as redes de difusores de ar do desarenador (item 18.11), por um único fornecedor para garantia de operação e eficiência.

### *20.13 CONJUNTO DE DIFUSORES DE AR PARA DESARENADOR – TP-DIF*

Difusores de ar tipo bolhas grossas para geração ar e geração de bolhas médias e grossas de fluxo inferior para desarenação com operação em alta temperatura (80 graus C). Difusor com diâmetro de 117 mm e executado em neoprene, com base injetada em UPVC. A vazão de ar de operação por difusor será 0,20 m³/min.

Cada desarenador contará com um conjunto montado fixo na lateral do tanque com malha completa de 200 difusores. Manifold em aço inox AISI 304 diâmetro 8” SCH 5S; tubos de distribuição para os difusores em aço inox AISI 304 diâmetro 2”. Suportes de fixação, fitas e suportes em aço inox AISI 304. Ver plantas específicas de instalação. Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade, contemplando os equipamentos e tubulações para todos os quatro desarenadores, em conjunto com os sopradores de ar (item 18.10), por um único fornecedor para garantia e eficiência do sistema.

### *20.14 VENTILADOR AXIAL PARA CASAS DE SOPRADORES – TP-VE*

Ventilador axial para exaustão e renovação de ar das casas de sopradores. Execução em aço SAE 1020 e pintura epóxi 200 micra. Rotor axial de pás fixas, de 6 a 8, em polipropileno ou alumínio. Cubo em alumínio fundido. Com silenciador acústico na parte externa saída com 80 db máximo. Montagem diretamente acoplado entre motor e hélice com rotação máxima de 1750 rpm.

Vazão de 1.600 m³/h. Pressão estática de 5 mca. Motor elétrico TFVE 220/380 V, trifásico, classe B, 60Hz, IP55, com no mínimo 0,75 HP . Instalação horizontal passante em parede de alvenaria

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.15 PONTE ROLANTE E TALHA – TP-PR*

Ponte rolante terá estrutura em aço carbono com perfis A 36 e SAE 1020, com capacidade para 4 toneladas, altura livre do piso de 4 m e comprimento de deslocamento de 13 m, Base, pilares, estrutura de sustentação e guia para talha mecanizada terão pintura epóxi com 300 micra.

A ponte rolante será montada sobre três pórticos em aço carbono, onde será instalado o trilho de apoio do trolley e da talha. O equipamento deverá permitir a movimentação e elevação mecanizada das peneiras, de forma a auxiliar sua montagem e manutenção, por meio de conjuntos acionadores eletro-mecânicos, com motorredutor blindado instalado ao tempo. Deverá possuir botoeira móvel suspensa que permita controlar todos os movimentos do conjunto, incluindo botão de parada de emergência.

O equipamento deverá ser fornecido com painel de força e comando, sendo 380 V e 60 Hz para força e 220 V e 60 Hz para comando, contendo demarrador para o motor de acionamento, fusíveis de proteção, contator tripolar e relés de sobrecarga, de falta de fase e de máxima e mínima tensões, adequadamente dimensionados com envio de sinal (ligado, desligado

e defeito) e previsão de acionamento por CLP local, dedicado e não integrante do Sistema de supervisão e Controle da planta. A alimentação elétrica deste painel dar-se-á pelo CCM, conforme definido nas especificações de materiais e serviços elétricos.

Deverão ser fornecidas 01 (uma) unidades.

### *20.16 CALHA PARSHALL 10' ESGOTO BRUTO – TP-CP*

Calha Parshall para medição de vazão com 10 ft (pés) de garganta, fabricada em PRFV, com um espaçadores na garganta e régua de medição em AISI 304.

A estrutura da calha deverá possuir espessura mínima de 12 mm, com bordas externas em L, com todos elementos para garantir a rigidez e resistência necessária ao seu transporte e instalação. A face externa a peça deverá ser corrugada e com garras em toda sua extensão de forma a permitir a perfeita aderência e fixação no berço de concreto onde a mesma será instalada, com o uso de argamassa auto-nivelante. O fundo na sua face externa deverá possuir ligeira inclinação de forma a evitar a presença de bolhas de ar durante o grauteamento. O canal de concreto deverá ser conformado para garantir o perfeito encaixe e funcionamento da calha, incluindo a região de montante e jusante da mesma.

No que tange à instrumentação, será instalado neste elemento (hum) transmissor de nível do tipo ultra-sônico, instalado de topo, com face sensora instalada remotamente ao transmissor. Configuração deste em relação ao elemento primário de medição em função das dimensões desse. Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Para a configuração do transmissor se deve levar em consideração as medidas do elemento primário de vazão.

Sinal analógico proveniente do instrumento “carregado” em cartão “slotado” no bastidor do CLP do Tratamento Preliminar. Comunicação deste com CLP Concentrador, via padrão Ethernet Industrial, em cabo do tipo par-trançado, blindado.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade.

### *20.17 AMOSTRADOR AUTOMÁTICO-TP-AU*

O coletor de amostras compostas automático, próprio para esgoto sanitário deverá ser fornecido completo, em abrigo refrigerado, com controle de temperatura interna entre 0º e 20ºC, para operar em local aberto, ou seja, sujeito as intempéries em que a temperatura externa seja de até 45ºC. O coletor de amostras deverá possuir 24 frascos com volume de até 1 litro cada, com sistema de coleta e distribuição de amostras automatizado e programável, para período de 24 horas, com programação de intervalo e volume de amostra para cada frasco disponível. Deverá possuir mangueira de sucção de no mínimo 3 m, bomba de sucção e sistema de distribuição automático, nas 24 garrafas de amostras.

No que tange à disciplina de automação, este equipamento deverá estar interligado em rede ao CLP do Tratamento Preliminar, protocolo serial Modbus-RTU, meio físico do tipo par-trançado, blindado, e padrão elétrico RS-485.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade.

### *20.18 BOMBA DE DESCARTE DE DOS TANQUES DE GORDURA – TP-BG*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para lodo biológico com até 0,6% de sólidos; vazão de projeto 2,0 m³/h x pressão de projeto 1,5 bar;

A carcaça deverá ser executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ser de, no máximo, 240 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flange sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundido em conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.19 COMPORTAS VERTEDORAS CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO 1- CD1 – CP*

Comportas para controle de vazão, tipo vertedora, em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento manual, com altura 1,80 m e largura 1,80 m. Será montada em parede de concreto com largura disponível do canal para instalação com 2,10 m. O vertedor será plano horizontal. Com 100% de estanqueidade em carga de 1,80 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, fixada nas paredes, de forma que quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas deverá ser fixado na parede de concreto. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do vertedor e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 1,80 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito, com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica. Vida útil mínima de 25.000 horas.

A haste de elevação (uma) deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4" e guias em UHMW. Os acoplamentos, porcas, parafusos também em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, apoiado no piso de concreto (2,93m acima da parede vertedora), deverá ser efetuado por meio pedestal de ferro fundido e volante de operação.

No que tange à disciplina de automação, estes equipamentos deverão ter instalados chave de fim de curso indicando posição fechada. Carregamento deste sinal digital em cartão "slotado" no bastidor do CLP dos Reatores e Decantadores.

Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 12 (doze) unidades.

### *20.20 COMPORTA VERTEDORA BY PASS CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO 1- CD1 – CBP*

Comportas para controle de vazão, tipo vertedora, em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento automático, com altura 2,60 m e largura 2,60m. Será montada em parede de concreto com largura disponível do canal para instalação com 3,0 m. O vertedor será plano horizontal. Com 100% de estanqueidade em carga de 2,60 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, fixada nas paredes, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas deverá ser fixado na parede de concreto. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do vertedor e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 2,60 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno

de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito, com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica. Vida útil mínima de 25.000 horas.

As hastes de elevação (duas) deverão ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/2" e guias em UHMW. Ambas as hastes serão conectadas a um único sistema de acionamento. Os acoplamentos, porcas, parafusos serão também em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, apoiado no piso de concreto (3,05 m acima da parede vertedora) deverá ser efetuado por meio de motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,80 e lubrificação por banho de óleo, devendo haver indicação do sentido abre e fecha, com fim de curso que impeça a deformação da estrutura ou da comporta por excesso de aperto.

No que tange à disciplina de automação, este equipamento deverá ter instalado chaves de fim de curso indicando posição aberta e fechada. Carregamento destes sinais digitais em cartão "slotado" no bastidor do CLP dos Reatores e Decantadores.

Ver plantas de instalação. Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverá ser fornecida 1 (uma) unidade.

## *20.21 COMPORTAS VERTEDORAS CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO 2- CD2 – CP*

Comportas para controle de vazão, tipo vertedora, em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento automático, com altura 1,80 m e largura 1,80 m. Será montada em parede de concreto com largura disponível do canal para instalação com 2,10 m. O vertedor será plano horizontal. Com 100% de estanqueidade em carga de 1,80 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 150 x 80 mm e espessura mínima de 6,0 mm, fixada nas paredes, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas deverá ser fixado na parede de concreto. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 6,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do vertedor e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 1,80 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito, com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica. Vida útil mínima de 25.000 horas.

A haste de elevação (uma) deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4" e guias em UHMW. Os acoplamentos, porcas, parafusos também serão em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, apoiado no piso de concreto (2,05 acima da parede vertedora) deverá ser efetuado por meio de motorredutor de engrenagens

helicoidais, fator de serviço 1,80 e lubrificação por banho de óleo, devendo haver indicação do sentido abre e fecha, com fim de curso que impeça a deformação da estrutura ou da comporta por excesso de aperto.

No que tange à disciplina de automação, estes equipamentos deverão ter instalados chaves de fim de curso indicando posição aberta e fechada. Carregamento destes sinais digitais em cartão “slotado” no bastidor do CLP dos Reatores e Decantadores.

Ver plantas de instalação. Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 24 (vinte e quatro) unidades.

## *20.22 COMPORTAS BY PASS SAÍDA DO UASB-RA-CBP*

Comportas para controle de vazão, tipo vertedora, em aço inoxidável AISI 304L, com acionamento manual, com altura 0,80 m e largura 0,80 m. Será montada em parede de concreto com largura disponível do canal para instalação com 1,0 m. O vertedor será plano horizontal. Com 100% de estanqueidade em carga de 0,80 m a montante. As comportas deverão ser assentadas em estrutura (moldura) totalmente sólida e rígida (em uma única peça) fabricada em perfis de aço inoxidável AISI 304L tipo U/L, de seção mínima de 120 x 60 mm e espessura mínima de 6,0 mm, fixada nas paredes, de forma a que, quando a comporta se encontrar aberta, não fique nenhum ressalto obstruindo o fluxo. O perfil inferior da estrutura das comportas deverá ser fixado na parede de concreto. A vedação inferior com selo em neoprene.

As comportas (lâmina de movimentação) serão fabricadas em aço inoxidável AISI 304L com espessura mínima 5,0 mm reforçadas com perfis L. Deverão, quando abertas, permitir uma seção livre igual à seção do vertedor e deverão ser dimensionadas para suportar uma pressão máxima de 0,80 mca, sem qualquer deformação ou esforço excessivo na operação do acionamento.

A sede das guias para a movimentação e deslizamento da comporta deverá ser em polietileno de alto peso molecular UHMW com baixo coeficiente de atrito, com cordão de compressão da guia em borracha nitrílica Vida útil mínima de 25.000 horas.

A haste de elevação (uma) deverá ser em aço inox AISI 304 com diâmetro mínimo 1.1/4” e guias em UHMW. Os acoplamentos, porcas, parafusos também serão em aço inox AISI 304.

O acionamento, instalado sob a moldura superior, apoiado no piso de concreto (1,03m acima da parede vertedora), deverá ser efetuado por meio pedestal de ferro fundido e volante de operação.

No que tange à disciplina de automação, estes equipamentos deverão ter instalados chave de fim de curso indicando posição aberta. Carregamento deste sinal digital em cartão “slotado” no bastidor do CLP dos Reatores e Decantadores.

Ver plantas de instalação. Todas as comportas devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 12 (doze) unidades.

### *20.23 CALHA PARSHALL 1.1/2' SAÍDA UASB – CP*

Calha Parshall para medição de vazão com 1.1/2 ft (pé) de garganta, fabricada em PRFV, com um espaçador na garganta e régua de medição em AISI 304.

A estrutura da calha deverá possuir espessura mínima de 8 mm, com bordas externas em L, com todos os elementos para garantir a rigidez e resistência necessária ao seu transporte e instalação. A face externa a peça deverá ser corrugada e com garras em toda sua extensão de forma a permitir a perfeita aderência e fixação no berço de concreto onde a mesma será instalada, com o uso de argamassa auto-nivelante. O fundo na sua face externa deverá possuir ligeira inclinação de forma a evitar a presença de bolhas de ar durante o grauteamento. O canal de concreto deverá ser conformado para garantir o perfeito encaixe e funcionamento da calha, incluindo a região de montante e jusante da mesma.

No que tange à instrumentação, será instalado neste elemento (hum) transmissor de nível do tipo ultra-sônico, instalado de topo, com face sensora instalada remotamente ao transmissor. Configuração deste em relação ao elemento primário de medição em função das dimensões desse. Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Para a configuração do transmissor se deve levar em consideração as medidas do elemento primário de vazão.

Sinal analógico proveniente do instrumento “carregado” em cartão “slotado” nos “racks” de I/O voltados à instrumentação de campo e interligados aos CLPs dos Reatores e Decantadores via padrão de comunicação Ethernet Industrial, cabo tipo par-trançado, blindado.

Deverão ser fornecidas 12 (doze) unidades.

### *20.24 COLETOR DE GASES E EFLUENTES P/ REATORES ANAERÓBIOS-RA-CG*

Sistema de campânulas coletoras de gases e calhas de efluentes dos reatores anaeróbios executado em PRFV. Reatores em concreto medindo 35 x 35m. Execução em PRFV com 10 mm espessura mínima final. Sistema de nervuras para a resistência mecânica das calhas poderá ser utilizado. Fabricação das calhas para pressão de projeto de 350 mmca e composição média do gás (65% $CH_4$, 35% $CO_2$). Fabricação em fibra de vidro, liner em resina isoftálica, barreira química em resina isoftálica, estrutura em resina isoftálica. Acabamento resina parafinada com inibidor anti UV para todos os componentes.

O sistema será apoiado sobre o pórtico estrutural em concreto armado, para garantir rigidez e geometria, e este sob os pilares de concreto sustentando as cargas verticais. A quantidade de coletores será de 10 (dez) conjuntos por reator UASB. Vigas horizontais

defletores em concreto armado para os gases serão instalados entre os pórticos. Ver desenhos de instalação.

Os coletores de gases serão 19 unidades/reator, largura de 1,70 m x 35,0m de comprimento. Deverá ser garantida a resistência mecânica das placas coletoras, principalmente nas emendas executadas em campo, não podendo haver deformações visuais e desalinhamentos na geometria. Serão apoiados e fixados com parafusos e suportes em aço inox AISI 304 no pórtico estrutural de forma a garantir e estanqueidade dos gases. Ver desenhos de instalação.

As campânulas serão 10 unidades/reator com conexões superiores para saída dos gases 6" ANSI B16.5 (1 unidade). Largura de 0,60 m x 0,83m x 0,50m x 35,0m de comprimento Deverá ser garantida a resistência mecânica das campânulas, principalmente nas emendas executadas em campo, não podendo haver deformações visuais e desalinhamentos na geometria. Serão apoiados e fixados com placas de apoio em PRFV de forma a garantir e estanqueidade dos gases. Ver desenhos de instalação.

Os canais coletores de efluentes serão 19 unidades/reator, secção de 0,25 m x 0,25m x 35,0m de comprimento apoiado sob os coletores de gases. Todos os canais deverão ter vertedores tipo V, nivelados para a coleta uniforme do efluente sobrenadante. Deverá ser garantida a resistência mecânica dos canais coletores, principalmente nas emendas executadas em campo, não podendo haver deformações visuais e desalinhamentos na geometria. Ver desenhos de instalação.

Todo o fornecimento, dimensionamento final do sistema e execução dos trabalhos de campo deverá será feito por um único fornecedor. Este será responsável pelo projeto executivo final, definição dos materiais de construção, operacionalidade de montagem e implantação além de garantia de estanqueidade dos coletores. Deverá também ter ampla experiência na fabricação de componentes em PRFV. Antes da execução da fabricação deverá ser apresentado o projeto final dos coletores com detalhes e sistemática de execução para aprovação pelo Contratante.

Deverão ser fornecidos 12 (doze) conjuntos.

### *20.25 REMOVEDOR DE LODO DO DECANTADOR – DEC-PR*

Ponte removedora de lodo biológico para decantador circular com acionamento por tração periférica por dois carros de movimentação e dois conjuntos de braços de raspagem. Diâmetro interno 32,0 m e diâmetro máximo do tanque 34,30 m na parede do canal vertedor. Profundidade na parede vertical 3,0 m. Velocidade periférica de arraste do raspador deverá permitir possibilidade de variação de 1,5 m/min a 2,5 m/min. Entrada do efluente pela coluna central de concreto do tanque (diâmetro 2,0 m) e distribuição pelo bafle central. Saída do clarificado por canaleta lateral com bafle e vertedor periférico. Remoção de escuma com raspador regulável que deverá repetir a forma do raspador de fundo (2 conjuntos). Raspador de escuma será fixo e executado em aço carbono SAE 1020, possuir altura submersa de 20 cm e

emersa de 20 cm. O raspador móvel será executado com a lâmina em neoprene espessura 12mm. A caixa de coleta do sobrenadante, com 1,80 m de largura, rampa de raspagem e bocal de saída 6”, será executada em aço inox AISI 304 com espessura mínima 4,0 mm. Saída do lodo contínua por poço central até a válvula telescópica. Largura mínima da passarela da ponte 1,20 m, apoiada nos dois carros de acionamento em cada lado do tanque.

Remoção do lodo pelos raspadores direcionando para o poço central. Os raspadores deverão possuir forma continua em espiral logarítmica, com angulo entre o raspador e o raio constante, em 45 graus, cobrindo todo o diâmetro dos decantadores. Reguláveis na altura e com lâminas em borracha de poliuretano com 10 mm espessura mínima e 300 mm altura útil. Com raspador/revolvedor do poço de lodo.

Vertedor periférico para saída do clarificado, regulável tipo V, em 90 graus, altura 0,35m, em PRFV com 6,0 mm de espessura mínima, com furos oblongos para ajuste de nível. Bafle periférico fixo, altura 0,50m, em PRFV com 6,0 mm de espessura mínima, com suportes em chapa #2”x3/8” galvanizada a fogo. Bafle central de entrada diâmetro 6,50 m por 3,0 m de altura em SAE 1020 com #3/8" de espessura mínima.

No centro do decantador ficará apoiado o mancal central/contato elétrico de distribuição. O mancal deverá ser executado com rolamentos autocompensadores de rolos e lubrificação manual por graxa com vida útil mínima de 30.000 horas. A rede de alimentação elétrica vem pela coluna central, passando pelo mancal até o contato elétrico. Este deverá possuir 3 (três) escovas de carvão por fase para que desalinhamentos da operação não influenciem na operação dos motores. Proteção total contra o tempo. Toda a distribuição elétrica na passarela até os motores deverá estar inclusa no fornecimento.

A estrutura do equipamento deve ser rígida, construída de maneira a não apresentar deformações prejudiciais em decorrência de esforços originados durante o funcionamento. Toda a estrutura da ponte em perfis tipo U/L será executada com perfis de chapa dobrada SAE 1020 ou laminada A 36 dimensionada para os esforços de flexão com a mínima flecha (1,0 cm). Nenhuma chapa ou perfil deverá ter espessura inferior a 1/4”. Apoio do acionamento com espessura mínima de ½”. Corrimão em PRFV poltrudado com roda-pé. Piso em grade expandida poltrudada PRFV.

A passarela radial para transmissão executada em perfis U de aço carbono A36 dimensionada para os esforços de torção com fator de segurança 2,0 em relação ao máximo torque do acionamento. Os dois braços de raspagem serão estruturados com tubos de aço carbono ASTM SCH 40 ou em perfis laminados aço carbono A 36 devem ser fixos a passarela por um sistema articulado diâmetro 3”. Tensionadores verticais e horizontais garantem a estabilidade e distribuição de tensões no conjunto de raspagem. Os tensionadores dever ser executados em cabo de aço inox diâmetro 3/16” com sistema de regulagem da tensão.

Todas porcas, parafusos e arruelas serão em aço inox AISI 304, com exceção do sistema de acionamento. Pintura epóxi 300 micra para as partes emersas e 400 micra para as partes submersas.

Os carros de movimentação devem ser dois conjuntos com partida conjugada e proteção no caso de parada de somente um sistema. A estrutura do carro executado em perfis de

aço carbono A36, rodas em ferro fundido revestida com EPDM, com diâmetro mínimo 350mm. O conjunto de acionamento de cada carro deve prever o acionamento direto da roda de tração por motorredutor (duplo) engrenagens helicoidais com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo. Não serão aceitas transmissões de engrenagens e correntes. Motor elétrico trifásico, potência mínima 2,0 cv, TFVE, IPW 55, 60Hz.. Todo o sistema de acionamento deve ser projetado com vida útil no torque nominal acima de 30.000 horas. O conjunto deve ser dimensionado para um torque nominal para operação contínua com fator de segurança 1,25 sobre o torque de funcionamento. Deverá também permitir um torque máximo momentâneo (pico) com fator de segurança 2,0 sobre o torque de funcionamento. Para definição dos fatores de serviço considerar 24 horas de operação, impactos de carga gerados pela distribuição do lodo e fatores de pico das cargas como possibilidades de parada/arranque. Dispositivo controlador de torque para proteção do conjunto de acionamento.

Painel elétrico de força/comando/operação, com CLP dedicado de pequeno porte, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado junto ao equipamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

O CLP, o mesmo que controla o Removedor de Lodo do Decantador, monitora e controla os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Terá “link” de comunicação com CLP dos Reatores e Decantadores, via protocolo Ethernet, freqüência de 2,4 GHz, na tecnologia “wireless”. Adicionalmente, terá instalada antena OMNI com cabeamento de 20m.

Deverão ser fornecidas 12 (doze) unidades em conjunto com os misturadores floculadores (item 18.24).

### *20.26 MISTURADOR FLOCULADOR AXIAL-DEC-MIST*

Misturador Floculador Vertical e Axial para floculação na zona de entrada do decantador com 3,0 cv e rotação variável de 10 a 15 rpm. Eixo com diâmetro 3”, comprimento 2,50 m, executado em aço inox AISI 304. Rotor axial com quatro pás em aço inox AISI 304, espessura ¼”, acoplado ao eixo com chapa de base e parafusos. Acoplamento superior em aço inox AISI 304.

Acionamento por motorredutor de engrenagens helicoidais, com mancal prolongado fator de serviço 1,80 mínimo com lubrificação em banho de óleo. Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B com 3,0 cv. Base de apoio sobre a passarela do em aço carbono SAE 1020, com alavancas de fixação para fácil remoção. Pintura epóxi 200 micra para os componentes em aço.

Todas as porcas, parafusos e arruelas serão em aço inox AISI 304.

Painel elétrico de força/comando/operação, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado junto ao equipamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

O CLP monitora e controla os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Terá "link" de comunicação com CLP dos Reatores e Decantadores via protocolo Ethernet, freqüência de 2,4 GHz, na tecnologia "wireless". Adicionalmente, terá instalada antena OMNI com cabeamento de 20m.

Deverão ser fornecidas 24 ( vinte e quatro) unidades em conjunto com os removedores de lodo (item 18.23).

## *20.27 VÁLVULA TELESCÓPICA – DEC-VTL*

Válvula telescópica de diâmetro 8" para descarga e controle de vazão de lodo do decantador. Tubo telescópico com vertedor V em 90 graus, executado em aço AISI 304, espessura mínima 4,0 mm, acionado por automático por motorredutor. Tubo de conexão (2,0 m) ASTM SCH 40 com a tubulação descarte de saída do lodo do decantador. Suporte de fixação do vertedor em chapa aço inox AISI 304, espessura ½" com conexão distorcedora. Conjunto total da válvula submersa com 3,0 m.

Pedestal em ferro fundido nodular apoiado em laje de concreto com 0,80 m altura. Acionamento por motorredutor de engrenagens sem-fim com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço mínimo 1,80. Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B. Fuso e haste em ASTM A36 trefilado. Demais peças em AISI 304. Vedação em "O"ring duplo de viton. Flange de conexão ANSI B16.5 Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à disciplina de automação, estes equipamentos deverão ter instalados chaves de fim de curso indicando posição aberta e fechada. Carregamento destes sinais digitais em cartão "slotado" nos "racks" de instrumentação interligados em Ethernet aos CLPs dos Reatores e Decantadores.

Deverão ser fornecidas 12 (doze) unidades.

## *20.28 BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DO TANQUE DE LODO – TL-BATL*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para lodo biológico decantado com até 1,0% de sólidos; vazão de projeto 60 m³/h x pressão de projeto 1,5 bar.

A carcaça executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ser de no máximo 240 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flange sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundido em conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Deverão ser fornecidas 03(três) unidades.

### *20.29 MISTURADOR SUBMERSÍVEL-TL-MSUB*

Turbo misturador submerso de alta rotação tipo rotor difusor com 25 cv. Corpo executado em ferro fundido cinzento. A base de sustentação em aço SAE 1020. Rotor, eixo e difusor em AISI 304. Estrutura chassis em aço carbono perfis laminados tipo U em A 36. Pintura epóxi 300 micra. Mancal radial de grafite e axial de bronze. Vedação com selo mecânico corpo AISI 304 e "O"ring de viton. Com sistema de elevação manual tipo braço de carga rotativo, executado em aço carbono A36, com tubo guia (fixo) em aço inox AISI 304, com cabo de suspensão em aço inox 304, e tambor enrolador com acionamento manual. Porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304.

Motor elétrico assíncrono, aberto e rebobinável, refrigerado à água, 1750 rpm. Cabo de ligação para utilização submerso incluso fixo com 10 m..

Ver plantas de instalação. Todo o conjunto fornecido por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 06 (seis) unidades.

### *20.30 BOMBA DE RETORNO– TL-BAR*

Bomba centrífuga submersível, de sucção simples; com vazão de operação 140 m3/h e pressão de 1,4 bar; Para bombeamento de esgoto pré-tratado (centrado, sobrenadante do tanque de lodo e drenagens gerais).

Corpo e carcaça construídos em ferro fundido cinzento A48CL30, protegidos externamente com cobertura através de pintura anticorrosiva ou epóxi poliamida. Eixo único entre bomba e motor, em aço inox AISI 420, sendo uma extensão do motor sem acoplamentos intermediários. Rotor em ferro fundido A48CL30 com passagem de sólidos até 70 mm. Selagem dos componentes da bomba deve incorporar contatos metal/metal entre superfícies usinadas. Superfícies críticas onde é necessária selagem impermeável devem ser usinadas e munidas de

anéis O-ring de borracha nitrílica. Com compartimento estanque preenchido com água limpa ou óleo parafinado lubrificante, não agressivo ao meio ambiente, com drenos e plugs de inspeção.

Todos os parafusos, porcas, arruelas em aço inoxidável AISI 304. Rolamentos pré-lubrificados em graxa para funcionamento isento de manutenção.

Instalação da bomba com kit do tipo fixo, composto de curva de descarga em ferro fundido A48CL30, com cabos guia e acessórios para profundidade de instalação de 4,0 m, grampo em ferro fundido A48CL30 e corrente manilha com 5,0 metros de comprimento, diâmetro 5/16”.

Motor elétrico de indução, assíncrono, trifásico, com rotor em curto circuito, operando em câmara estanque a seco Isolação classe F, para até 155°C, isolação IP 68. Fator de potência superior a 0,92, correção através de banco de capacitores. Com sistema de refrigeração para permitir uma operação contínua de líquido a uma temperatura de até 40°C. Deve incorporar chaves térmicas em cada fase do enrolamento, conectadas em série. As chaves térmicas devem abrir à temperatura de 125ºC, parar o motor e ativar um alarme. Com 10 metros de cabo elétrico flexível com classe de isolação mínimo de 750 V. Rendimento mínimo 60%.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Ver plantas de instalação. Todas as bombas submersíveis devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.31 BOMBA DE LODO BIOLÓGICO PARA DESIDRATAÇÃO– TL-BADE*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para lodo adensado com até 5% de sólidos; vazão de projeto 25,0 m³/h x pressão de projeto 1,5 bar;.

A carcaça executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ter no máximo 240 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flange sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundido em

conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Ver plantas de instalação. Todas as bombas helicoidais devem ser fornecidas por um único fabricante.

Deverão ser fornecidas 06 (seis) unidades.

### *20.32 COMPRESSOR DE AR PARA CASA DE DESIDRATAÇÃO – COMP 1*

Compressor de ar para geração de ar comprimido para transporte penumático do abastecimento de polieletrólito e ar limpeza filtro de magas. Tipo alternativo de pistão, com reservatório 200 l, capacidade de vazão mínima de 16 N.m³/h e pressão de operação de 12 bar. Montagem horizontal, com filtro de ar encapsulado para retenção partículas menores 0,1 micron. carcaça do bloco compressor em ferro fundido cinzento e pistões e cilindros em ferro fundido nodular. Reservatório em aço carbono ASTM A-414 g D. Transmissão em correias V, resfriamento por serpentina e volante. Com válvula de segurança no reservatório e compressor, grade protetora e manômetro. Motor elétrico, TVFE, indução, trifásico, 2 polos, 3 cv mínimo, IP54, 60 Hz, classe B.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.33 PREPARADOR DE POLIELETRÓLITO LODO CENTRÍFUGA – CDES-PP 1*

Preparador de polímero em pó totalmente automático e micro-processado com capacidade de processo contínuo de 12,5 kg/h ou 4160 L/h de solução a 0,3%. Range de aplicação com capacidade de 0,05% a 1%. Serão 3 (três) unidades sendo 2 (duas) em operação e 1 (um) conjunto reserva. O sistema deve operar fornecendo uma solução com concentração constante mesmo que ocorra variação na vazão da água de diluição. Depois de setado pelo operador, no painel de controle a concentração requerida, o controlador de vazão continuamente ajusta e calcula a quantidade de polímero concentrado no dosador. Alarmes de falhas devem ser indicados no monitor do painel.

Os tanques de preparo deverão contar com 3 câmaras com misturadores para preparo e ativação da solução. Volume mínimo das câmaras com 4.000 litros. Volume total do tanque de preparo mínimo de 12,0 m3. Os tanques devem ser fornecidos conectados

hidraulicamente com canais de transbordo, ou seja, em uma única unidade. Com controle automático da pressão de água de diluição e vazão com display. Para uso de polímero em pó com dosador controlador. Com tanque (três) de estocagem para o polímero em pó com 280 l executado em polipropileno, com rasga-saco e com sistema de aspiração (pneumático) para transferência e dosagem até o preparador. Cada tanque será interligado com um preparador. Instalados na plataforma elevada.

Construção dos tanques de preparo em polipropileno com espessura mínima 6 mm. Dimensões: comprimento 4,40 m, largura 2,60 m e altura 1,20 m. Com toda a tubulação de distribuição água e solução em PVC. Válvulas de admissão de água DN 50, drenagem e duas de saída DN 60 em PVC.

Misturadores de preparo, 2/3 unidades, com no mínimo 3 cv de potência, do tipo rápido e turbina. Eixo e hélice em aço inox AISI 304. Dosador automático de pó em polipropileno. Controles de nível da solução por sonda ultra-som. Motores elétricos de indução, trifásicos, TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Todo o sistema deverá ser controlado por painel de controle microprocessado (CLP) e IHM. Painel elétrico de força/comando/operação, para acionar o dosador, misturadores, sensores de nível, CLP, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, chave geral, amperímetro e proteção contra sobrecargas, instalado junto ao equipamento. Com todas as conexões elétricas e redes de distribuição.

CLP este que monitora e controla todos os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Este CLP será interligado ao “switch” principal da rede por intermédio padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado. Para a partida da Planta, deve ser adquirida uma CPU sobressalente, idêntica em características à CPU instalada, inclusive com software de controle já carregado em sua memória.

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção dos motores.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento. Todo o sistema fornecido por um único fabricante.

Deverão ser fornecidos 03 (três) conjuntos.

### *20.34 PREPARADOR DE POLIELETRÓLITO DA DECANTAÇÃO – CDES-PP 2*

Preparador de polímero em pó/líquido totalmente automático e micro-processado com capacidade de processo contínuo de 7,4 kg/h ou 2470 L/h de solução a 0,3%. Range de aplicação com capacidade de 0,05% a 1%. Serão 3 (três) unidades sendo 2 (duas) em operação e 1 (um) conjunto reserva. O sistema deve operar fornecendo uma solução com concentração

constate mesmo que ocorra variação na vazão da água de diluição. Depois de setado pelo operador, no painel de controle a concentração requerida, o controlador de vazão continuamente ajusta e calcula a quantidade de polímero concentrado no dosador. Alarmes de falhas devem ser indicados no monitor do painel.

Os tanques de preparo deverão contar com 3 câmaras com misturadores para preparo e ativação da solução. Volume mínimo das câmaras com 4.000 litros. Volume total do tanque de preparo mínimo de 12,0 m3. Os tanques devem ser fornecidos conectados hidraulicamente com canais de transbordo, ou seja, em uma única unidade. Com controle automático da pressão de água de diluição e vazão com display. Para uso de polímero em pó com dosador controlador ou líquido com bomba de transferência. Com tanques (três) de estocagem para o polímero em pó com 280 l executado em polipropileno, com rasga-saco e com sistema de aspiração (pneumático) para transferência e dosagem até o preparador. Cada tanque será interligado com um preparador. Com bomba de transferência (três) para o polímero líquido concentrado (recebido em container de 1.000 l). Instalados em plataforma elevada.

Construção dos tanques de preparo em polipropileno com espessura mínima 6 mm. Dimensões: comprimento 4,40 m, largura 2,60 m e altura 1,20 m. Com toda a tubulação de distribuição água e solução em PVC. Válvulas de admissão de água DN 50, drenagem e duas de saída DN 60 em PVC.

Misturadores de preparo, 2/3 unidades, com no mínimo 3 cv de potência, do tipo rápido e turbina. Eixo e hélice em aço inox AISI 304. Dosador automático de pó/líquido em polipropileno. Controles de nível da solução por sonda ultra-som. Motores elétricos de indução, trifásicos, TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Todo o sistema deverá ser controlado por painel de controle microprocessado (CLP) e IHM. Painel elétrico de força/comando/operação, para acionar o dosador, misturadores, sensores de nível, CLP, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, chave geral, amperímetro e proteção contra sobrecargas, instalado junto ao equipamento. Com todas as conexões elétricas e redes de distribuição.

CLP este que monitora e controla todos os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Este CLP será interligado ao “switch” principal da rede por intermédio padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado. Para a partida da Planta, deve ser adquirida uma CPU sobressalente, idêntica em características à CPU instalada, inclusive com software de controle já carregado em sua memória.

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção dos motores.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento. Todo o sistema fornecido por um único fabricante.

Deverão ser fornecidos 03 (três) conjuntos.

### *20.35 BOMBAS DOSADORAS DE POLIELETRÓLITO 1– CDES-BDPE 1*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para solução de polieletrólito a 0,3%; vazão de projeto 1.920 L/h x pressão de projeto 2,0 bar.

A carcaça deverá ser executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ter no máximo 200 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flanges de sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundidos em conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 06 (seis) unidades.

### *20.36 BOMBAS DOSADORAS DE POLIELETRÓLITO 2– CDES-BDPE 2*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para solução de polieletrólito a 0,3%; vazão de projeto 1.600 L/h x pressão de projeto 4,5 bar.

A carcaça deverá ser executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ser de no máximo 200 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flanges de sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundidos em

conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 06 (seis) unidades.

## *20.37 CENTRÍFUGA LODO BIOLÓGICO – CE 1*

Centrífuga para desidratação de 600 kg/h lodo biológico ou 22,5 m³/h a 2,3%, temperatura ambiente. Teor de sólidos mínimo na saída de 25%. Tipo sistema de recuperação de energia (10 a 15%) com duplo acionamento com motor principal e secundário (gerador) O rotor com câmara de decantação (tambor) em aço inox AISI 316L, um parafuso transportador (rosca) em sistema contra-corrente em aço inox AISI 316L e um redutor. Rotor acionado por sistema de transmissão elétrica. O parafuso, acionado pelo redutor, deverá girar a uma velocidade ligeiramente superior à do tambor. Montagem horizontal, saída inferior de lodo seco e filtrado. Base suporte em aço carbono A36 com pintura epóxi.

Com proteção contra abrasão na rosca de pastilhas de tungstênio, com proteção contra abrasão nas linhas de alimentação com carbeto de tungstênio, com proteção contra abrasão na saída dos sólidos com cerâmica. Com amortecedores de vibração. Com cabeçote de mistura e floculação na entrada e desaerador na saída do filtrado. Selos Buna N para 80ºC.

Com bombas de lavagem (duas), vazão 10 m3/h, pressão 3,5 bar, utilizada para limpeza após a operação diária e proteção ao excesso de torque da centrífuga, monitorado pelo CLP e ajustando as vazões da bomba de alimentação de lodo e de polímero. Quanto maior o torque em excesso da centrífuga menor serão as vazões das bombas de lodo e de polímero até que sejam atingidos limites de mínimas rotações nos motores das bombas sendo as mesmas desligadas pelo CLP. Inclusos todos os dispositivos completos para esta operação.

Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do sistema de acionamento.

Acionamento por motor elétrico principal trifásico TFVE, 36 kW e com motor secundário para recuperação de energia de 7,5 kW, 60 Hz, classe B.

Com Painel Elétrico de força/comando e operação de todo o sistema com botoeiras, sinalizadores e régua de bornes, para os comandos locais e todas as interligações aos componentes elétricos. Com CLP, operação automática, controle de torque e regulagem, variação da velocidade relativa, ajuste da velocidade tangencial, operação automática com

controle de torque. Inversores de freqüência para motores principal e auxiliar, bombas de lavagem, bombas de lodo e bombas de polímero.

CLPs que monitoram e controlam todos os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Estes CLPs serão interligados ao "switch" principal da rede por intermédio padrão Ethernet Industrial de comunicação, em meio físico par-trançado, blindado. Para a partida da Planta, deve ser adquirida uma CPU sobressalente, idêntica em características à CPU instalada, inclusive com software de controle já carregado em sua memória.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.38 VENTILADOR AXIAL PARA CASAS DE DESIDRATAÇÃO – CDES -VE*

Ventilador axial para exaustão e renovação de ar da sala de centrífugas. Execução em aço SAE 1020 e pintura epóxi 200 micra. Rotor axial de pás fixas, de 6 a 8, em polipropileno ou alumínio. Cubo em alumínio fundido. Com silenciador acústico na parte externa saída com 80 db máximo. Montagem diretamente acoplado entre motor e hélice com rotação máxima de 1750 rpm.

Vazão de 1600 m³/h. Pressão estática de 5 mmca. Motor elétrico TFVE 220/380 V, trifásico, classe B, 60Hz, IP55, com no mínimo 0,75 HP. Instalação horizontal passante em parede de alvenaria

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.39 CARRO DA CAÇAMBA – CDES-CA*

Carro para movimentação das caçambas de lodo seco na descarga da centrífuga. Capacidade de 11,0 toneladas, com largura 1,90 m e comprimento 2,80m. Velocidade de translação de 3,5 m/min. Estrutura do carro em perfis laminados U 8", de aço carbono A36. Piso em chapa xadrez 3/16". Com trilhos TR 45 com 25,0 m de curso e fixação no piso. Pára-choque limitador dianteiro e traseiro e fim de curso de eletromecânico de emergência. Rodas tipo trem guia, diâmetro 250 mm, eixo de transmissão em aço carbono SAE 1020 diâmetro 2", mancais de ferro fundido cinzento e rolamentos rolos com lubrificação manual. Pintura epóxi 200 micra.

Conjunto de acionamento embutido internamente no carro por motorredutor de engrenagem helicoidal com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço mínimo 1,60. Transmissão e redução posterior por engrenagens e correntes de passo duplo. Motor trifásico 220/380V, TFVE, IPW55, 60Hz, classe B, 1160/1750 rpm. Painel elétrico de força/comando/operação, lâmpadas indicadoras de falhas e distribuição por cabos tipo ponte rolante.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.40 CAÇAMBA PARA DETRITOS*

Para remoção dos sólidos retidos nas grades, peneiras, classificadores de areia e lodo seco a deverão ser fornecidas 05 (cinco) caçambas para o tratamento primário e 05 (cinco) caçambas para o sistema de desidratação do lodo, todas com capacidade interna de no mínimo 10,0 m³ e capazes de suportar uma carga de 11,0 toneladas. As caçambas deverão ser entregues pintadas com pintura protetora anticorrosiva coaltar epóxi. Deverão ser previstas duas demãos com espessura de 400 micra cada, sendo aplicada ainda uma demão de pintura adicional, na parte externa da caçamba, em esmalte, com o emblema do DMAE, sendo suas laterais em chapas espessura de 3/16", fundo e reforço em chapa de espessura 3/16", vigas "U" laterais espessura de 3/16", pintura fundo em óxido de zinco e pintura acabamento em esmalte sintético. As caçambas deverão ser entregues com alças e reforços estruturais que permitam seu içamento através de caminhão poliguindaste, tipo "Brooks".

Deverão ser fornecidas 15 (quinze) unidades.

### *20.41 PONTE ROLANTE E TALHA – CDES-PR*

Ponte Rolante motorizada, tipo apoiada executada com uma viga tipo caixão, equipada com Talha Elétrica de correntes e Trole motorizado, própria para uso em ambiente coberto.

***Comando da Ponte***: por botoeira pendente da talha, a botoeira devendo ser fornecida com (6) seis botões 2 estágios com 1(um) liga/ desliga de emergência.

***Batentes da ponte***: com amortecimento por borracha.

***Abastecimento transversal de força***: deverá ser executado com cabo flexível tipo festoon suportado por carros especiais corrediços que se deslocarão suspensos em perfil "C" laminado de aço, através de arrastador ligado ao carro da talha com suportes fixados na estrutura da ponte.

***Abastecimento longitudinal de força***: deverá ser executado a partir de barramento blindado e demais acessórios de fixação para toda a sua extensão.

***Caminho de Rolamento***: deverá compor-se de trilho tipo TR 25 ou TR 32 e demais acessórios de fixação para toda a sua extensão. Os trilhos serão assentados sobre as vigas longitudinais de concreto.

***Pintura***: deverá seguir o padrão do fabricante, que deverá atender a acabamento com sistema sintético, cor final amarelo segurança Munsel 5Y 8/12.

As Pontes Rolantes com talha e trole elétricos deverão ser fornecidas e instaladas de acordo com as características indicadas no projeto básico hidráulico- mecânico, devendo seguir as normas estabelecidas, em comum acordo com a ***Fiscalização*** do DMAE.

**- Sala das Centrífugas de Desidratação do Lodo – CDES-PR1**

**Ponte Rolante 4 toneladas**

| | |
|---|---|
| Capacidade de carga: | 4.000 kg |
| Vão: | 3.900 mm |
| Caminho de Rolamento | 21.000 mm |
| Vel. Mín. Translação: | 2.000 mm/min |
| Vel. Máx. Translação: | 60.000 mm/min |
| Acionamento: | 2 motores |

**Talha Elétrica 4 toneladas**

| | |
|---|---|
| Capacidade: | 4.000 kg |
| Alt. Útil de Elevação: | 2.000 mm |
| Vel. Mín. Elevação: | 500 mm/min |
| Vel. Máx. Elevação: | 5.500 mm/min |
| Vel. Mín. Trole: | 1.000 mm/min |
| Vel. Máx. Trole: | 30.000 mm/min |
| Pot. Motofreio Talha: | |
| Pot. Motor Trole: | |
| Gancho: | Tipo Anzol |

**- Entrada de Químicos – CDES-PR2**

**Ponte Rolante 2 toneladas**

| | |
|---|---|
| Capacidade de carga: | 3.000 kg |
| Vão: | 8.400 mm |
| Caminho de Rolamento | 13.000 mm |
| Vel. Mín. Translação: | 2.000 mm/min |
| Vel. Máx. Translação: | 60.000 mm/min |
| Acionamento: | 2 motores |

**Talha Elétrica 2 toneladas**

| | |
|---|---|
| Capacidade: | 3.000 kg |
| Alt. Útil de Elevação: | 2.000 mm |
| Vel. Mín. Elevação: | 500 mm/min |
| Vel. Máx. Elevação: | 5.500 mm/min |
| Vel. Mín. Trole: | 1.000 mm/min |

Vel. Máx. Trole: 30.000 mm/min
Pot. Motofreio Talha:
Pot. Motor Trole:
Gancho: Tipo Anzol

**- Movimentação Interna de Químicos – CDES-PR3**

**Ponte Rolante 2 toneladas**

Capacidade de carga: 2.000 kg
Vão: 3.900 mm
Caminho de Rolamento 29.000 mm
Vel. Mín. Translação: 2.000 mm/min
Vel. Máx. Translação: 60.000 mm/min
Acionamento: 2 motores

**Talha Elétrica 2 toneladas**

Capacidade: 2.000 kg
Alt. Útil de Elevação: 2.000 mm
Vel. Mín. Elevação: 500 mm/min
Vel. Máx. Elevação: 5.500 mm/min
Vel. Mín. Trole: 1.000 mm/min
Vel. Máx. Trole: 30.000 mm/min
Pot. Motofreio Talha:
Pot. Motor Trole:
Gancho: Tipo Anzol

**- Movimentação Caçambas – CDES-PR4**

**Ponte Rolante** 10 toneladas

Capacidade de carga: 10.000 kg
Vão: 11.000 mm
Caminho de Rolamento 18.000 mm
Vel. Mín. Translação: 2.000 mm/min
Vel. Máx. Translação: 60.000 mm/min
Acionamento: 2 motores

**Talha Elétrica 10 toneladas**

Capacidade: 10.000 kg
Alt. Útil de Elevação: 4.000 mm
Vel. Mín. Elevação: 500 mm/min
Vel. Máx. Elevação: 5.500 mm/min
Vel. Mín. Trole: 1.000 mm/min

| | |
|---|---|
| Vel. Máx. Trole: | 30.000 mm/min |
| Pot. Motofreio Talha: | |
| Pot. Motor Trole: | |
| Gancho: | Tipo Anzol |

### *20.42 MISTURADOR DE PREPARO DE CAL CENTRADO – CDES-MISTLC*

Misturador Vertical para preparação da solução de cal de 3% a 5% com 30 rpm, e rotor de duas pás fixas e duas pás basculantes. Eixo, diâmetro 2”, comprimento 2,50 m em aço inox AISI 304. Rotor, diâmetro 1,50 m, em aço inox AISI 304, espessura ¼”, acoplado ao eixo com chapa de base e parafusos. Acoplamento superior em aço inox AISI 304. Mancal de fundo em aço inox AISI 304 com bucha de teflon.

Estrutura de base em perfis de chapa dobrada tipo L em aço carbono SAE 1020, com sistema de apoio e fixação sobre tanque de preparo. Pintura epóxi 300 micra.

Acionamento por motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,60 mínimo com lubrificação em banho de óleo. Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B com 3,0 cv. Base de apoio sobre o tanque em aço carbono SAE 1020, com alavancas de fixação para fácil remoção. Pintura epóxi 200 micra para os componentes em aço.

Todas as porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.43 TANQUE DE PREPARO DE CAL – CDES-TQLC*

Tanque vertical com pés, capacidade total 12,0 m3 e útil de 10,0 m³, para preparo de solução de cal 3 a 5%. Forma cilíndrica vertical, diâmetro 2,45 m, altura cilíndrica 2,40 m e altura total 3,30m. Fundo elíptico, com tampa bipartida e estrutura de apoio para misturador vertical (borda superior seção tipo C). Entrada na tampa para dosagem de cal. Execução em PRFV, plástico reforçado com fibra de vidro, com espessura mínima de 8 mm. Fabricação em liner resina isoftálica, barreira química em resina isoftálica, estrutura em resina isoftálica. Acabamento resina parafinada com inibidor anti UV. Cor branca.

Apoio do conjunto em quatro pés tubulares diâmetro 250 mm em PRFV estruturado internamente. Acessórios: escada acesso lateral em PRFV e tampas (duas) removíveis para a área não coberta pelo misturador. Com dreno de fundo 1.1/2" a 90 graus, bocal de saída 2" lateral, com sucção interna a 90 graus. Os flanges com colarinho, tipo solto e furação

ANSI B16.5. Sem visor de nível, com 4 alças de içamento. Operação em temperatura ambiente e pressão atmosférica. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalado neste elemento (hum) transmissor de nível do tipo ultra-sônico, instalado de topo, com face sensora instalada remotamente ao transmissor. Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado.

Sinal analógico proveniente do instrumento “carregado” em cartão “slotado” no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador, via padrão Ethernet Industrial, em cabo do tipo par-trançado, blindado.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.44 BOMBAS DOSADORAS DE CAL– CDES-BDLC*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para solução de cal de 3% a 5%; vazão de projeto 900 L/h x pressão de projeto 2,0 bar.

A carcaça deverá ser executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ter no máximo 200 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flanges de sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundidos em conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 03 (três) unidades.

### *20.45 MISTURADOR DA DOSAGEM DE CAL – CDES-MISTDC*

Misturador Vertical tipo Axial para mistura do centrado das centrífugas com a solução de cal. Com 300 rpm, e rotor de duas pás fixas. Eixo, diâmetro 2”, comprimento 1,80 m em aço inox AISI 304. Rotor , diâmetro 1,00 m, em aço inox AISI 304, espessura ¼”, acoplado ao eixo com chapa de base e parafusos. Acoplamento superior em aço inox AISI 304. Sem mancal de fundo.

Estrutura de base em perfis de chapa dobrada tipo L em aço carbono SAE 1020, com sistema de apoio e fixação sobre tanque de preparo. Pintura epóxi 300 micra.

Acionamento por motorredutor de engrenagens helicoidais, fator de serviço 1,60 mínimo com lubrificação em banho de óleo. Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B com 1,5 cv. Base de apoio sobre o tanque em aço carbono SAE 1020. Pintura epóxi 200 micra para os componentes em aço.

Todas as porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304.

Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade.

### *20.46 TANQUE DE MISTURA DA DOSAGEM DE CAL – CDES-TQDC*

Tanque vertical com pés, capacidade total 12,0 m3 e útil de 10,0 m³, para mistura do centrado das centrífugas com a solução de cal. Forma cilíndrica vertical, diâmetro 2,45 m, altura cilíndrica 2,40 m e altura total 3,30 m. Fundo elíptico, sem tampas e com estrutura de apoio para misturador vertical (borda superior seção tipo C). Execução em PRFV, plástico reforçado com fibra de vidro, com espessura mínima 8 mm. Fabricação em liner resina isoftálica, barreira química em resina isoftálica, estrutura em resina isoftálica. Acabamento resina parafinada com inibidor anti UV. Cor branca.

Apoio do conjunto em quatro pés tubulares diâmetro 250 mm em PRFV estruturado internamente. Acessórios: escada acesso lateral em PRFV, dreno de fundo 1.1/2" a 90 graus, bocal de entrada e saída 8" lateral a 90 graus, bocal diâmetro 2” para entrada da solução de cal. Os flanges com colarinho, tipo solto e furação ANSI B16.5. Sem visor de nível, com 4 alças de içamento. Operação em temperatura ambiente e pressão atmosférica. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalado neste elemento (hum) transmissor de nível do tipo ultra-sônico, instalado de topo, com face sensora instalada remotamente ao transmissor. Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado.

Adicionalmente, será instalada chave de nível muito alto, do tipo flutuador, instalada na parede lateral.

Sinais analógico e digital “carregados” em cartões “slotados” no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador, via padrão Ethernet Industrial, em cabo do tipo par-trançado, blindado.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidades.

### *20.47 SISTEMA DE EXAUSTÃO DO PREPARO DE CAL – CDES-EXLC*

Sistema de Exaustão para remoção de materiais particulados e despoeiramento durante carregamento de cal nos dois tanques de preparo, com captores, dutos, filtro de mangas tipo pulse Jet e ventilador. Capacidade de 900 m3/h.

Captores (dois) locados sob a boca de descarga do cal em pó, executados em chapa de aço carbono SAE1020, com espessura mínima 1,5mm. Velocidade de captura definido conforme dimensionamento pelo fabricante. Dutos de condução com velocidade mínima 21m/s executados em aço carbono SAE1020, com espessura mínima 1,5mm até o filtro instalado na área externa da casa.

Câmara de filtragem e corpo do filtro circular, executada em chapa de aço carbono SAE 1020, espessura mínima 3/16”. Plenum de limpeza com tubos injetores de ar comprimido. Câmara de entrada de ar e poeiras instalada no topo do silo. Capacidade de pressõa máxima do filtro 1000 mmca. Mangas filtrantes em polipropileno feltro agulhado (550g/m2), diâmetro 150mm. Relação ar/pano 1,25 m3/m2/min. Perda de carga 150 mmca. Gaiolas em aço SAE 120 galvanizado, diâmetro do arame mínimo 3mm, com venttri (alumínio fundido) para fixação das mangas. Abraçadeiras em aço inox AISI 304. A remoção das mangas deverá ser superior.

Limpeza automática pelo painel de comando com seqüenciador eletrônico, temporizado liberando e permitindo a passagem de ar do tubo distribuidor nas válvulas e flautas de injeção. O seqüenciador deverá permitir regulagem tanto no período de limpeza quanto no tempo dos pulsos. Válvulas tipo solenóide diâmetro 1” BSP para acionamento da limpeza, com bobina a prova de água, 220 V, 60 Hz. Pressão de limpeza 7 kg/cm2 fornecido pelo compressor instalado internamente na casa. Incluir secador de ar na entrada do filtro..

Moega inferior para escoamento e descarga do sistema por válvula guilhotina de acionamento manual diretamente em tambor de 200l. Com manga de proteção em borracha (3mm) ate a entrada do tambor.

Estrutura de apoio e base em perfis de chapa dobrada tipo U em aço carbono SAE 1020, 200x100x5,0mm. Com tampa de inspeção articulada e vedada e escada de marinheiro. Todas as estruturas com pintura epóxi 300 micra.

Ventilador Exaustor Centrífugo fabricado em chapas de aço carbono SAE 1020, construção reforçada, com rotor balanceado dinamicamente, acoplado a eixo de aço SAE 1045, assentado a rolamentos auto compensadores de rolos, com bucha de fixação e mancais bi partido tipo SNA. O acionamento é através de correias com polias em ferro fundido, devidamente balanceadas, com protetor metálico, com rotação máxima 3500 rpm.  Assentado em uma base única, com esticadores de correias e a carcaça equipada com porta de inspeção.

Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B. Base de apoio em aço carbono SAE 1020. Pintura epóxi 300 micra.

Vazão de ar por captor:  450m3/h.Vazão de ar total : 900 m3/h. Perda de pressão máxima 150 mmca, com manômetro diferencial indicador tipo U.

Todas as porcas, parafusos e arruelas em aço inox SAE 1020.

Deverá ser fornecida 01 (uma) conjunto.

## *20.48 BOMBA DE ALIMENTAÇÃO DE CLORETO FÉRRICO – TEC-BTQ*

Bomba centrífuga com sucção horizontal e saída vertical para descarga de caminhão transporte de cloreto férrico a 38%, vazão 40 m³/h e pressão 0,60 bar. Construção em polipropileno, com rotor semi-aberto. Montagem monobloco. Bocal diâmetro 3” com flanges ANSI B16.5. Motor trifásico 220/380 V, TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B, 1160/1750 rpm. Selagem mista com selo mecânico com face giratória retrátil.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidade.

## *20.49 TANCAGEM DE CLORETO FÉRRICO– TEC-TSA*

Reservatório estacionário horizontal em PRFV, capacidade total de 60 m³, para cloreto férrico 38%, operação à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Forma cilíndrica horizontal, apoiado em dois berços de aço carbono, diâmetro 3,30 m e corpo cilíndrico 6,60 m,

comprimento total 7,50 m com tampas elípticas. Fabricação em sistema de filamento contínuo, liner em resina ester vinílica com véu sintético, barreira química em resina ester vinílica em mantas de fibra de vidro, estrutura em resina isoftálica em roving fibra de vidro. Acabamento resina parafinada com inibidor anti UV.

Acessórios: escada marinheiro e plataforma superior em PRFV, bocal de entrada 4", bocal de saída 3", dreno 1.1/2", respiro 2" 180º, boca de inspeção 24", visor de nível com escala graduada 0-60m3, alças de içamento. Flanges ANSI B16.5. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalado neste elemento (hum) transmissor de nível do tipo ultra-sônico, instalado de topo, com face sensora instalada remotamente ao transmissor. Instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, será instalada chave de nível muito alto, do tipo flutuador, instalada na parede lateral.

Sinais analógico e digital "carregados" em cartões "slotados" no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador, via padrão Ethernet Industrial, em cabo do tipo par-trançado, blindado.

Deverão ser fornecidas 06 (seis) unidades.

### *20.50 BOMBA DOSADORA DE CLORETO FÉRRICO – TEC-BDSA1*

Bomba dosadora para bombeamento de cloreto férrico 38%, temperatura ambiente, com capacidade variável da vazão de operação de 50 a 1.500 l/hora, pressão de sucção de 5,0 mca, pressão de descarga 2 bar. A capacidade de projeto deverá atender até 1.700 l/hora.

O tipo da bomba será de deslocamento positivo com pistão-diafragma, onde um pistão funcionando em movimento alternado, e com um curso determinado, desloca um volume exato de óleo, e por meio deste move hidraulicamente e alternativamente um diafragma, cujo deslocamento, por sua vez, força o movimento do líquido a ser bombeado através do sistema de válvulas de retenção na aspiração e no recalque. O sistema hidráulico deve ser automático com válvula de compensação de vácuo, com aspiração de óleo. Conexão entrada e saída diâmetro 2.1/2" NPT. Regulagem de vazão deve ser manual, externa com ajuste das pulsações por minuto

A construção da base e da caixa do redutor da bomba será em ferro fundido, a cabeça em polipropileno diâmetro 11", esferas em aço inox AISI 316, diafragma em teflon e válvulas de retenção em aço inox AISI 316. Lubrificação do redutor por banho de óleo. Acionamento por motor elétrico trifásico 5 cv, 4 polos, TFVE, IPW55, 60 Hz, classe F. Acoplamento flexível com protetor em alumínio.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão

piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.51 BOMBA DE DILUIÇÃO DE CLORETO FÉRRICO – TEC-BDSA2*

Bomba helicoidal estacionária com cavidades progressivas de 1 estágio; para efluente tratado após o decantador biológico; vazão de projeto 14 m³/h x pressão de projeto 3,5 bar.

A carcaça executada em ferro fundido GG20; rotor em aço inox AISI 420 com acabamento superficial polido e com cromo duro para maior resistência ao desgaste. Eixos em aço inox AISI 420, estator em elastômero vulcanizado; mancais de rolamentos e vedação por selo mecânico. Montagem do rotor por tirantes laterais. A rotação da bomba deverá ser de no máximo 240 rpm. Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B.

Redução por polias e correias ou motorredutor de engrenagens helicoidais lubrificado com banho de óleo. Flange sucção e recalque 150 # ANSI B16.5 fundido em conjunto com o corpo da bomba. Base de instalação horizontal executada em perfis laminados de aço carbono A36. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Deverão ser fornecidas 02(duas) unidades.

### *20.52 TANQUE DE DISTRIBUIÇÃO DE CLORETO FÉRRICO-CDES-CDCM 1*

Tanque vertical estacionário com pés, em PRFV, capacidade total de 2,0 m³, para distribuição da solução de cloreto férrico a 3,8%, operação à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Forma cilíndrica vertical, diâmetro 1,40 m, altura cilíndrica 1,10 m e altura total 1,52 m. Fundo elíptico, com tampa bipartida (1 fixa e 1 removível com alças). Com 4 (quatro) câmaras internas com vertedor V para distribuição da vazão. Execução em PRFV, plástico reforçado com fibra de vidro, com espessura mínima 6 mm. Fabricação em sistema de filamento contínuo, liner em resina ester vinílica com véu sintético, barreira química em resina ester vinílica em mantas de fibra de vidro, estrutura em resina isoftálica em roving fibra de vidro. Acabamento em resina parafinada com inibidor anti UV.

Apoio do conjunto em quatro pés tubulares diâmetro 150 mm em PRFV estruturado internamente. Acessórios: tampas, dreno de fundo 1.1/2", 4 bocais de saída 3" lateral, 1 bocal de entrada 4” com curvas internas, respiro 2” e ladrão 2”. Os flanges com colarinho, tipo

solto e furação ANSI B16.5. Sem visor de nível, com 4 alças de içamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalada chave de nível muito alto, do tipo flutuador, instalada na parede lateral.

Sinal digital “carregado” em cartão “slotado” no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador.

Todas as caixas de distribuição devem ser fornecidas pelo mesmo fabricante.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade.

### *20.53 TANQUE DE DISTRIBUIÇÃO DE CLORETO FÉRRICO-CDES-CDCM 2*

Tanque vertical estacionário com pés, em PRFV, capacidade total de 0,40 m³, para distribuição da solução de cloreto férrico a 3,8%, operação à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Forma cilíndrica vertical, diâmetro 0,80 m, altura cilíndrica 0,67 m e altura total 1,0 m. Fundo elíptico, com tampa bipartida (1 fixa e 1 removível com alças). Com 3 (três) câmaras internas com vertedor V para distribuição da vazão. Execução em PRFV, plástico reforçado com fibra de vidro, com espessura mínima 5 mm. Fabricação em sistema de filamento contínuo, liner em resina ester vinílica com véu sintético, barreira química em resina ester vinílica em mantas de fibra de vidro, estrutura em resina isoftálica em roving fibra de vidro. Acabamento em resina parafinada com inibidor anti UV.

Apoio do conjunto em quatro pés tubulares diâmetro 100 mm em PRFV estruturado internamente. Acessórios: tampas, dreno de fundo 2", 3 bocais de saída 2" lateral, 1 bocal de entrada 3” com curvas internas, e ladrão 2”. Os flanges com colarinho, tipo solto e furação ANSI B16.5. Sem visor de nível, com 4 alças de içamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalada chave de nível muito alto, do tipo flutuador, instalada na parede lateral.

Sinal digital “carregado” em cartão “slotado” no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador.

Todas as caixas de distribuição devem ser fornecidas pelo mesmo fabricante.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.54 TANQUE DE DISTRIBUIÇÃO DE POLIELETRÓLITO-CDES-CDPN 2*

Tanque vertical estacionário com pés, em PRFV, capacidade total de 0,40 m³, para distribuição da solução de polieletrólito, operação à temperatura ambiente e pressão atmosférica. Forma cilíndrica vertical, diâmetro 0,80 m, altura cilíndrica 0,67 m e altura total 1,0 m. Fundo elíptico, com tampa bipartida (1 fixa e 1 removível com alças). Com 3 (três) câmaras internas com vertedor V para distribuição da vazão. Execução em PRFV, plástico reforçado com fibra de vidro, com espessura mínima 5 mm. Fabricação em liner resina isoftálica, barreira química em resina isoftálica, estrutura em resina isoftálica. Acabamento em resina parafinada com inibidor anti UV.

Apoio do conjunto em quatro pés tubulares diâmetro 100 mm em PRFV estruturado internamente. Acessórios: tampas, dreno fundo 1.1/2", 3 bocais de saída 1.1/2" lateral, 1 bocal de entrada 2” com curvas internas, e ladrão 1.1/2”. Os flanges com colarinho, tipo solto e furação ANSI B16.5. Sem visor de nível, com 4 alças de içamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à instrumentação, será instalada chave de nível muito alto, do tipo flutuador, instalada na parede lateral.

Sinal digital “carregado” em cartão “slotado” no bastidor do CLP da Desidratação. Comunicação deste com CLP Concentrador.

Todas as caixas de distribuição devem ser fornecidas pelo mesmo fabricante.

Deverão ser fornecidas 04 (quatro) unidades.

### *20.55 QUEIMADOR DO BIOGÁS – RA-QG*

Sistema de queima do biogás gerado nos doze (12) reatores anaeróbios (UASB) para vazão total de 1.330 Nm³/h. Composição média do biogás com 65% $CH_4$, 35% $CO_2$, 37ºC.

Com 12 (doze) Válvulas de Alívio de pressão e vácuo com corpo em ferro fundido e com corta-chamas tipo colméia de aço inox AISI 304. Instalados junto ao reator. Equipamento certificado.

Com 12 (doze) Vasos de Selagem controladores de pressão para isolar cada reator do coletor e reter impurezas em aço inox AISI 304 e conexões de entrada e saída 6” ANSI B16.5, visor de nível, dreno, entrada de água, sifão e válvulas de bloqueio. Instalados junto ao reator para operação do sistema entre 50 a 100 mmca. Equipamento certificado.

Com 14 (quatorze) Medidores de Vazão mássico tipo sonda com sensor por dispersão térmica com válvula para retirada com tubo pressurizado em aço inox AISI 304, com

proteção contra umidade. Doze (12) nas linhas a jusante dos Vasos um na entrada do Queimador e um reserva. Instalados junto ao reator. Equipamento certificado.

Com 14 (quatorze) Transmissores de Pressão, com válvula de bloqueio em aço inox AISI 304 com selo para proteção contra corrosão. Doze (12) nas linhas a montante dos Vasos um na entrada do Queimador e um reserva. Instalados junto ao reator. Equipamento certificado.

Com 2 (dois) Queimadores (operação e reserva), elevados para queima dos gases, do tipo enclausurado com selo hidráulico executado em aço inox AISI 304, instalados dentro da área cercada. Altura definida pelo fabricante em função da radiação calculada. Prevê-se linha de by-pass após o Vaso de Selagem para o queimador reserva. Poderá ser prevista nas lógicas de controles a operação em paralelo, se necessário. O Queimador deverá ter protetor de chama e de chuva com anteparo cilíndrico vertical, câmara de combustão revestida internamente com material refratário e externamente em aço inox AISI 304. O bico queimador com piloto contínuo operando biogás será executado em aço inox AISI 316 rosqueado e com furos estabilizadores da chama. Incluir quatro bicos projetados para 25, 50, 75 e 100% da vazão. Na partida e quando não houver biogás operará com GLP, sendo previsto instalação de dois botijões de 200 kg. O ignitor deverá ser instalado a 1 metro da chama piloto. Nenhum cabo ou vela cabo poderá ser instalado em área sujeita a radiação da chama. A chama piloto será monitorada por um termopar ligado ao Painel de Controle dos Queimadores.

Com 1 (uma) válvula térmica corta-chama e 1 (uma) válvula reguladora de pressão do biogás (válvula borboleta) com atuador elétrico on-off. Controle de pressão do biogás no Queimador com Vaso de Selagem com selo hídrico, tipo sifão em inox AISI 304, com visor de nível e dreno manual. As válvulas de controle devem ter linha de by-pass para manutenção. Incluir instrumentos do sistema de GLP com pressostato, manômetro e válvula de controle.

Com 1 (um) Painel de Controle e monitoramento com CLP para os dois queimadores, fabricado em aço inox AISI 304, proteção IP 65, aquecimento interno, com sinaleiros tipo LED para piloto aceso e apagado, chave manual e automático, ignição manual e iluminação interna. O CLP deverá mostrar vazão do biogás, disponibilizar sinais analógicos e digitais e no-break no seu interior em caso de falta de energia.

As válvulas de pressão, vácuo e corta-chamas deverão ser fornecidos com certificados de capacidade e de calibração. Todo o fornecimento e dimensionamento final dos subsistemas, considerando desde a saída dos reatores anaeróbios até a queima final, será feito por um único fornecedor. Este será responsável pelo projeto executivo final de implantação, operacionalidade e segurança do sistema e deverá ter também ampla experiência no fornecimento de sistemas de queima de gás. Faz parte do escopo os memoriais de cálculo de perda de carga e radiação, certificados dos fornecedores de instrumentos, especificações entre outros.

Deverá ser fornecido 1 (um) conjunto completo.

### *20.56 BOMBA DE LAVAGEM – RES-LAV*

Bomba centrífuga horizontal, simples estágio, sucção simples e descarga vertical para cima, para alimentação da linha de lavagem dos tanques de tratamento, com rotor aberto, para água limpa, vazão 25,0 m³/h x 55 mca. Montagem base-luva com mancais de rolamentos rolos/esferas. Corpo e rotor em ferro fundido A48CL30. Eixos em aço inox AISI 420. Rotor com passagem livre de sólidos ate 50 mm. Rendimento mínimo 60%.

Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, de alto rendimento, IPW55, 60 Hz, classe B, rotação máxima de 3.600 rpm. Vedação por selo mecânico. Lubrificação por copo de óleo. Base de instalação horizontal em perfis de aço carbono tipo U em A-36. Conexões flangeadas com furação ANSI B16.5. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.57 BOMBA BOOSTER – RES-AL*

Bomba centrífuga horizontal, simples estágio, sucção simples e descarga vertical para cima. Para booster de alimentação do reservatório elevado da casa de desidratação. Com rotor aberto, para água limpa, vazão 25,0 m³/h x 18 mca. Montagem base-luva com mancais de rolamentos rolos/esferas. Corpo e rotor em ferro fundido A48CL30. Eixos em aço inox AISI 420. Rotor com passagem livre de sólidos ate 50 mm. Rendimento mínimo 60%.

Acionamento por motor elétrico trifásico TFVE, de alto rendimento, IPW55, 60 Hz, classe B, rotação máxima de 3.600 rpm. Vedação por selo mecânico. Lubrificação por copo de óleo. Base de instalação horizontal em perfis de aço carbono tipo U em A-36. Conexões flangeadas com furação ANSI B16.5. Pintura epóxi para componentes em aço carbono com 200 micra.

Na descarga da bomba estão previstos, 01 (hum) transmissor de pressão piezoelétrico, com diafragma de selagem, comum à tomada de 01 (hum) manômetro mecânico tipo bourdon. O primeiro, instrumento a dois fios, loop de corrente 4-20mA, tensão de alimentação 24Vdc. Interligação deste por intermédio de cabo de sinal, 03 condutores (2x+SH), blindado. Adicionalmente, a linha de alimentação de ar comprimido também deverá ter o referido transmissor de pressão, com características técnicas conforme consta acima.

Deverão ser fornecidas 02 (duas) unidades.

### *20.58 REMOVEDOR DE LODO DO DECANTADOR CENTRADO – DECENT-PR*

Ponte removedora de lodo biológico para decantador circular com acionamento por tração periférica por dois carros de movimentação e dois conjuntos de braços de raspagem. Diâmetro interno 8,50 m. Profundidade na parede vertical 2,5 m. Velocidade periférica de arraste do raspador deverá ser de 1,5 m/min. Entrada do efluente pela coluna central de concreto do tanque e distribuição pelo bafle central. Saída do clarificado por canaleta lateral com vertedor periférico. Saída do lodo contínua por poço central até a válvula telescópica. Largura mínima da passarela da ponte 1,0 m, apoiada em cada lado do tanque.

Remoção do lodo pelos raspadores direcionando para o poço central. Os raspadores deverão possuir forma continua em espiral logarítmica, com angulo entre o raspador e o raio constante, em 45 graus, cobrindo todo o diâmetro dos decantadores. Reguláveis na altura e com lâminas em borracha de poliuretano com 8 mm espessura mínima e 200 mm altura útil. Com raspador/revolvedor do poço de lodo.

Vertedor periférico para saída do clarificado, regulável tipo V, em 90 graus, altura 0,35m, em PRFV com 6,0 mm de espessura mínima, com furos oblongos para ajuste de nível. Bafle central de entrada diâmetro em SAE 1020 com #1/4" de espessura mínima.

A estrutura do equipamento deve ser rígida, construída de maneira a não apresentar deformações prejudiciais em decorrência de esforços originados durante o funcionamento. Toda a estrutura da ponte em perfis tipo U/L será executada com perfis de chapa dobrada SAE 1020 ou laminada A 36 dimensionada para os esforços de flexão com a mínima flecha (0,5 cm). Nenhuma chapa ou perfil deverá ter espessura inferior a 1/4”. Apoio do acionamento com espessura mínima de ½”. Corrimão em PRFV poltrudado com roda-pé. Piso em grade expandida poltrudada PRFV.

A passarela radial executada em perfis U de aço carbono A36 dimensionada para os esforços de torção com fator de segurança 2,0 em relação ao máximo torque do acionamento. Os dois braços de raspagem serão estruturados com tubos de aço carbono ASTM SCH 40 ou em perfis laminados aço carbono A 36 devem ser fixos a passarela por um sistema articulado diâmetro 3”. Tensionadores verticais e horizontais garantem a estabilidade e distribuição de tensões no conjunto de raspagem. Os tensionadores dever ser executados em cabo de aço inox diâmetro 3/16” com sistema de regulagem da tensão.

Todas porcas, parafusos e arruelas serão em aço inox AISI 304, com exceção do sistema de acionamento. Pintura epóxi 300 micra para as partes emersas e 400 micra para as partes submersas.

Sistema de acionamento por motoredutor engrenagens helicoidais com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço 1,80 mínimo, e redução secundária por pinhão e coroa rolamentada tipo mesa de giro de grande diâmetro e lubrificação com banho de óleo. Não serão aceitas transmissões de engrenagens e correntes. Motor elétrico trifásico, potência mínima 0,5 cv, TFVE, IPW 55, 60Hz.. Todo o sistema de acionamento deve ser projetado com vida útil no torque nominal acima de 30000 horas. O conjunto deve ser dimensionado para um torque nominal para operação contínua com fator de segurança 1,25 sobre o torque de funcionamento.

Deverá também permitir um torque máximo momentâneo (pico) com fator de segurança 2,0 sobre o torque de funcionamento. Para definição dos fatores de serviço considerar 24 horas de operação, impactos de carga gerados pela distribuição do lodo e fatores de pico das cargas como possibilidades de parada/arranque. Dispositivo controlador de torque para proteção do conjunto de acionamento. Proteção total contra o tempo. Toda a distribuição elétrica na passarela até o motor deverá estar inclusa no fornecimento.

Painel elétrico de força/comando/operação, com CLP dedicado de pequeno porte, lâmpada indicadora de operação e de falhas, botoeira de reset, relé de proteção do motor, fusíveis, chave geral, amperímetro proteção sobrecargas. Instalado junto ao equipamento. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

O CLP, o mesmo que controla o Removedor de Lodo do Decantador, monitora e controla os equipamentos e instrumentos constantes deste sistema que estejam interligados eletricamente e que sejam passíveis de monitoração e atuação. Terá "link" de comunicação com CLP dos Reatores e Decantadores, via protocolo Ethernet, freqüência de 2,4 GHz, na tecnologia "wireless". Adicionalmente, terá instalada antena OMNI com cabeamento de 20m.

Deverá ser fornecida 1 (uma) unidade.

## *20.59 VÁLVULA TELESCÓPICA – DECCENT-VTL*

Válvula telescópica de diâmetro 6" para descarga e controle de vazão de lodo do decantador do centrdo. Tubo telescópico com vertedor V em 90 graus, executado em aço AISI 304, espessura mínima 3,0 mm, acionado por automático por motorredutor. Tubo de conexão (2,0 m) ASTM SCH 40 com a tubulação descarte de saída do lodo do decantador. Suporte de fixação do vertedor em chapa aço inox AISI 304, espessura ½" com conexão distorcedora. Conjunto total da válvula submersa com 3,0 m.

Pedestal em ferro fundido nodular apoiado em laje de concreto . Acionamento por motorredutor de engrenagens sem-fim com lubrificação em banho de óleo, fator de serviço mínimo 1,80. Motor elétrico trifásico TFVE, IPW55, 60 Hz, classe B. Fuso e haste em ASTM A36 trefilado. Demais peças em AISI 304. Vedação em "O"ring duplo de viton. Flange de conexão ANSI B16.5 Todas porcas, parafusos e arruelas em aço inox AISI 304, com exceção do motorredutor. Ver plantas específicas de instalação e dimensionamento.

No que tange à disciplina de automação, estes equipamentos deverão ter instalados chaves de fim de curso indicando posição aberta e fechada. Carregamento destes sinais digitais em cartão "slotado" nos "racks" de instrumentação interligados em Ethernet aos CLPs .

Deverá ser fornecida 1 (uma) unidade.

## *20.60 RESERVATÓRIO DE ÁGUA DE PREPARO DE QUÍMICOS – RAL*

Reservatório metálico com volume de 100 m³ destinado ao armazenamento de água para preparo de químicos, apoiado em estrutura metálica com altura de 10 metros.

O reservatório deve ser construído em chapa de aço ASTM A36 (ou aços patináveis tipo o USI-SAC 250 da Usiminas) com espessura dimensionada de acordo com a capacidade e altura, conforme NBR7821 e ASME seção VIII-DIV 1 com sobrespessura para corrosão. As soldas devem ser adequadas ao material e executadas de acordo com especificação AWS A5.18-93 e com soldadores qualificados conforme ASME IX. O reservatório deve obedecer a norma ABNT NBR 6123 quanto a ação de ventos em edificações.

*Características a serem seguidas no projeto com relação as exigência de Resistência à Corrosão:*

- Usar soldas bem acabadas, contínuas e com penetração completa a fim de evitar bolsas, reentrâncias, porosidades e frestas;
- Eliminar fluxos e respingos de solda pois estes interferem na aderência das tintas, acelerando o processo de corrosão;
- Não usar soldas em partes que não são acessíveis para a limpeza de respingos de solda e eliminação de fluxos;
- Não formar ângulos fechados e estrangulamentos desnecessários nas tubulações bem como fluxos de líquido com altas velocidades a fim de evitar turbulências e ação corrosiva do meio, como impingimento e cavitação;
- Não usar peças de materiais metálicos que apresentem grande diferença de potencial elétrico entre si e que tenham contato direto. Quando necessário colocar elementos isolantes entre as peças;
- Evitar cantos vivos onde as películas de material protetor possam romper-se mais facilmente;
- Evitar aparecimento de tensões na estrutura devido a esforços, sobretudo quando localizados;
- Fazer a correta drenagem dos líquidos evitando áreas de estagnação de água, mantendo lisas e livres de reentrâncias e frestas as superfícies por onde passam líquidos, para evitar acúmulo de líquido e de pó;
- Providenciar a vedação de frestas usando vedante com elasticidade;
- Evitar o uso de parafusos dando preferência para a junta soldadas. Quando for inevitável o seu uso revesti-los com tinta de alta espessura;
- Como o tanque é suspenso deve-se cuidar para não criar zonas de estagnação de liquido e acúmulo de pó entre os apoios e suas bases.;

*Proteção contra a corrosão:*

Deverá ser realizada em toda a estrutura metálica que compõe o reservatório tanto nas partes que ficam em contato com a água tratada (parte interna do reservatório) quanto nas que ficam expostas à atmosfera (parte externa do reservatório).

Parte interna:

- Jateamento com areia ao metal branco, Padrão SA 3, conforme Norma Sueca SIS-055900-1967, com perfil de rugosidade de 50 A 75 micrometros;
- Aplicar uma demão de tinta de fundo epoxi óxido de ferro de alta espessura, bicomponente, curada com poliamida, cor vermelho, com espessura seca de 125 micrômetros, atóxica;
- Aplicar uma demão de tinta epoxi, bicomponente, de alta espessura, curada com poliamida, cor cinza, com espessura de 100 a 150 micrometros, atóxica;
- Aplicar uma demão de tinta epoxi, bicomponente, de alta espessura, curada com poliamida, cor branca, com espessura de 100 a 150 micrometros, atóxica;

Parte externa:

- Jateamento com areia ao metal quase branco, padrão SA 2½, conforme Norma Sueca SIS-055900-1967, com perfil de rugosidade de 50 A 75 micrometros;
- Aplicar uma demão de tinta de fundo epóxi modificado, de alta espessura, bicomponente, cor cinza, com espessura seca de 75 a 150 micrometros;
- Aplicar uma demão de tinta de poliuretano acrílico alifático, bicomponente, de acabamento HS com baixo teor de compostos orgânicos voláteis, cor branca, com espessura seca 50 micrometros;

Inspeção visual:

Após a aplicação a pintura deve ser submetida a inspeção visual da superfície que reprovará aquelas que apresentarem qualquer um dos seguintes defeitos:

- Espessura não uniforme;
- Bolhas;
- Escorrimentos;
- Textura semelhante a casca de laranja;
- Fraturas na película;
- Descolamentos da superfície metálica;

Observações:

- O jateamento terá de ser realizado com umidade relativa do ar abaixo de 85% e não poderá ficar exposto por mais de 4 horas sem revestimento. A preparação das superfícies deverá ser feita com tempo estável e em caso de continuidade dos trabalhos após precipitações pluvimétricas deve ser tomado o cuidado de esperar que a superfície esteja seca, tanto para o jateamento como para a pintura;
- As pinturas internas dos tanques não devem ser feita com rolo;
- As camadas de tinta, a serem aplicadas, devem ser de cores diferentes para facilitar a inspeção do serviço;
- Todos os cantos vivos, fendas e cordões de solda devem receber, a cada demão, uma pré camada com trincha para evitar falhas prematuras nestas áreas;
- Todo o manuseio e aplicação das tintas deve seguir as prescrições contidas na ficha técnica fornecida pelo fabricante.

ESTRUTURA METÁLICA DE SUSTENTAÇÃO

*Escopo*

Esta especificação, juntamente com os documentos técnicos cobre os requisitos mínimos de projeto, fabricação, fornecimento e montagem para a estrutura metálica de sustentação do reservatório (caixa d´água).

As estruturas metálicas correspondem aos chumbadores, vigamentos, colunas, contraventos.

Esta especificação estabelece os critérios de projeto qualidades de materiais e mão-de-obra a serem usados, além dos códigos e normas necessários para o tipo de trabalho.

*Generalidades*

Quaisquer desvios e/ou alternativas ao mencionado nestes documentos deverão ser claramente indicados nos mesmos, e discutidos com o DMAE.

As dimensões deverão ser expressas em unidade métricas. Recomenda-se o uso do sistema Internacional de Unidades.

Alternativas e/ou desvios aos Códigos e Normas mencionados nas especificações técnicas deverão ser claramente indicados, requerendo a aprovação, por escrito do DMAE.

O desconhecimento dos Códigos e Normas mencionados nas especificações técnicas não implicará na apresentação de alternativas e/ou desvios dos mesmos.

Antes da execução da estrutura metálica de sustentação do reservatório deverá ser informado sobre o sistema e/ou as tolerâncias utilizados.

*Materiais*

Todo o material deverá ser novo e estar de acordo com a última edição das normas e especificações de materiais listadas a seguir.

O uso de materiais que sigam outras especificações de materiais deverá ser submetido à aprovação prévia do DMAE.

*Normas*

Para o fornecimento de estruturas metálicas deverão ser adotadas as últimas edições das seguintes especificações de materiais, normas e padrões, exceto onde explicitamente indicado de outra forma:

Specification for the Design, Fabrication an Erection of Structural Steel for Buildings”, da American Institute of Steel Construction (AISC);

Code of Standard Practice for Steel Buildings and Bridges”, do AISC;

“Structural Welding Code”, da AWS da American Welding Society;

ASTM A-36, A-307, A-325 e A-193 da American Society for Testing and Materials

NBR-6120 “Normas de Cargas para o Cálculo de Estruturas de Edifício”, NBR 8800 “Projeto e Execução de Estrutura de Aço de Edifícios”, NBR 6123 “Forças Devido ao Vento em Edificações”, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Sempre que outras normas ou especificações de materiais sejam mencionadas neste capítulo, será subentendida a última revisão disponível de norma citada.

Esta especificação deverá prevalecer em caso de conflito com quaisquer das normas citadas.

*Certificados e ensaios de material*

Sempre que esta especificação exigir conformidade do material com a ASTM, ABNT ou quaisquer outras especificações de materiais, deverá ser submetida ao DMAE uma cópia de certificado ou de relatório de ensaio comprovando que o material está de acordo com a especificação em questão. A critério do DMAE, em casos específicos, esses relatórios poderão vir a ser dispensados.

Quando solicitado pelo DMAE, deverá também fornecer os resultados dos ensaios químicos executados na corrida, ou lote, dos quais o aço fabricado foi obtido.

Todas as peças forjadas e fundidas deverão ser ensaiadas por meio de métodos não destrutivos padronizados.

*Requisitos gerais*

A estrutura metálica deverá ser em perfis soldados, salvo indicação em contrário de qualidade ASTM A-36, de características e composição química especificada no “Annual Book of ASTM STANDARTS”, ou conforme indicado nos projetos.

Para perfis de chapa dobrada a frio deverá ser usado material chapa laminada ASTM A-36. As chapas estruturais, conforme o ambiente deverão ter, em ambiente normal, espessura mínima de 4,76 mm (3/16”)

*Ligações soldadas*

Todas as ligações de oficina deverão ser soldados, exceto quando indicadas de outra forma.

Todas as soldas deverão ser executadas de acordo com os requisitos da norma “Strucutural Welding Code”, da AWS.

Os soldadores e supervisores de solda deverão ser qualificados de acordo com os requisitos da AWS.

As peças estruturas com comprimento inferior a 6 m não deverão ter emendas, e quando superiores a 6 m, deverão ser enviados ao DMAE os detalhes da emenda para aprovação. Todas as emendas deverão estar claramente indicadas nos desenhos de fabricação.

O DMAE poderá exigir testes em qualquer solda.

As ligações parafusadas, quando necessárias ou substituindo as soldadas, deverão ser equivalentes a estas tanto na resistência quanto no grau de rigidez.

*Ligações parafusadas*

Deverão ser usados parafusos de alta resistência em todas as ligações estruturais de campo, tais como emendas de colunas, emendas de vigas e ligações de todas as peças que fazem parte de contraventamentos inclusive peças principais usadas como escoras e tirantes de

contraventamentos.

Todos os parafusos deverão ser fornecidos com marcas de identificação estampadas na cabeça em auto-relevo, com acabamento cadmiados.

Os parafusos de alta resistência deverão estar de acordo com a norma ASTM A325, inclusive porcas e arruelas lisas.

Os parafusos de alta resistência, após montagem, serão inspecionados de acordo com as recomendações da norma ;

Os parafusos de alta resistência poderão ser utilizados em ligações do tipo atrito ou do tipo esmagamento. No caso de ligações por atrito as áreas cobertas pelos parafusos não poderão ser pintadas e deverão estar isentas de óleo, graxa, escamas de laminação e irregularidades na furação.

As ligações parafusadas deverão ser projetadas para reduzir o mínimo o número e tipo de parafusos utilizados.

Quando todos os parafusos de alta resistência nas ligações por atrito forem apertados, cada parafuso deverá estar solicitado a uma tração mínima, conforme indicado na norma ASTM A325.

Quando forem especificadas soldas de campo nos desenhos de fabricação, serão providenciados parafusos e acessórios necessários para suportar e manter em posição as peças até que sejam executadas as soldas.

*Colunas*

As colunas serão do tipo "CS" com chapas de aço ASTM A-36.

As colunas deverão ter, as superfícies de apoio planas  para assegurar contato perfeito através de toda a seção.

Depois da fabricação, as colunas deverão estar perfeitamente desempenadas .

*Placas de base*

Quando as ligações entre as placas de base e as colunas forem soldadas, as soldas deverão ser executadas de maneira a evitar o empeno das placas.

As placas de base deverão, em todos os casos, estar em ângulo reto com os eixos das colunas e em perfeito contato com as extremidades das colunas.

As placas de base e as de topo deverão ser de chapas de aço laminado.

*Tratamento e pintura*

*Características a serem seguidas no projeto*

Usar soldas bem acabadas, contínuas e com penetração completa a fim de evitar bolsas, reentrâncias, porosidades e frestas;

Eliminar fluxos e respingos de solda pois estes interferem na aderência das tintas, acelerando o processo de corrosão;

Não usar soldas em partes que não são acessíveis para a limpeza de respingos de

solda e eliminação de fluxos;

Não usar peças de materiais metálicos que apresentem grande diferença de potencial elétrico entre si e que tenham contato direto. Quando necessário colocar elementos isolantes entre as peças;

Evitar cantos vivos onde as películas de material protetor possam romper-se mais facilmente;

Evitar aparecimento de tensões na estrutura devido a esforços, sobretudo quando localizados;

Fazer a correta drenagem dos líquidos evitando áreas de estagnação de água, mantendo lisas e livres de reentrâncias e frestas as superfícies por onde passam líquidos, para evitar acúmulo de líquido e de pó;

Providenciar a vedação de frestas usando vedante com elasticidade;

Evitar o uso de parafusos dando preferência para a junta soldadas. Quando for inevitável o seu uso revesti-los com tinta de alta espessura;

A base dos pilares até a altura de 2m deverá receber acabamento com pintura de faixas alternadas nas cores amarela e preta inclinadas a 45º.

Todas as peças que compõe a estrutura metálica deverão ser jateadas ao metal quase branco equivalente a uma das gravuras SA 2 ½ da Norma SIS 055900 – 1967.

Conforme especificação técnica da International ou similar.

Todo o sistema de pintura deverá ser aplicado conforme as especificações do fornecedor da tinta.

Para retoques de danos mecânicos ocorridos durante o transporte e montagem devera ser providenciado o lixamento das áreas atingidas e efetuar os reparos reconstituindo todo o sistema exigido. Seguindo as especificações do fornecedor da tinta.

A estrutura metálica deverá, anteriormente ao seu içamento, receber limpeza de deposito de sujeiras e ser providenciado o retoque de pintura que for possível.

A tinta e o solvente serão fornecidos pelo fabricante da estrutura metálica.

*Proteção contra a corrosão*

Jateamento com areia ao metal quase branco, padrão SA 2½, conforme Norma Sueca SIS-055900-1967, com perfil de rugosidade de 50 A 75 micrometros;

Aplicar uma demão de tinta de fundo epóxi modificado, de alta espessura, bicomponente, cor cinza, com espessura seca de 75 a 150 micrometros;

Aplicar uma demão de tinta de poliuretano acrílico alifático, bicomponente, de acabamento HS com baixo teor de compostos orgânicos voláteis, cor branca, com espessura seca 50 micrometros;

Inspeção visual:

Após a aplicação a pintura deve ser submetida a inspeção visual da superfície que

reprovará aquelas que apresentarem qualquer um dos seguintes defeitos:

Espessura não uniforme;

Bolhas;

Escorrimentos;

Textura semelhante a casca de laranja;

Fraturas na película;

Descolamentos da superfície metálica;

Observações:

O jateamento terá de ser realizado com umidade relativa do ar abaixo de 85% e não poderá ficar exposto por mais de 4 horas sem revestimento. A preparação das superfícies deverá ser feita com tempo estável  e em caso de continuidade dos trabalhos após precipitações pluvimétricas deve ser tomado o cuidado de esperar que a superfície esteja seca, tanto para o jateamento como para a pintura;

As pinturas internas dos tanques não devem ser feita com rolo;

As camadas de tinta, a serem aplicadas, devem ser de cores diferentes para facilitar a inspeção do serviço;

Todos os cantos vivos, fendas e cordões de solda  devem receber, a cada demão, uma pré camada com trincha para evitar falhas prematuras nestas áreas;

Todo o manuseio e aplicação das tintas deve seguir as prescrições contidas na ficha técnica fornecida pelo fabricante.

*Marcas de montagem*

Cada peça deverá ser claramente assinalada com marcas de montagem. Estas marcas deverão ser as mesmas anotadas nos desenhos de montagem.

As marcas de montagem deverão estar localizadas de maneira a evitar que sejam apagadas durante o manuseio, transporte e montagem das peças e deverão estar localizadas em lugares de fácil visibilidade durante a montagem.

*Desempenamento*

Todas as chapas e perfis empenados, devido à solda ou outras causas, deverão ser desempenhadas por métodos que não venham a provocar fraturas ou outros danos.

O aço não deverá ser aquecido, exceto quando especificamente permitido pensável pelo DMAE e, neste caso, o calor aplicado não deverá fazer o material exceder a temperatura de 650o C. Após o aquecimento o material deverá ser deixado esfriar naturalmente.

Depois do desempenamento, a superfície do material deverá ser cuidadosamente, inspecionada a fim de se verificar a ocorrência de fraturas ou de outras causas passíveis de rejeição.

*Movimentação das estruturas de aço na obra*

A movimentação das estruturas de aço na obra deverá ser feita de modo a obedecer aos seguintes requisitos gerais:

As vigas devem ser transportadas, de preferência, na posição vertical, e suspensa por dispositivos colocados em posições tais que evitaria inversão de esforços a tração e compressão respectivamente.

Deverão ser tomados cuidados especiais para os casos de peças esbeltas e que devam ser devidamente contraventadas provisoriamente, para a movimentação.

A carga e descarga da estrutura deverão ser feitas com todos os cuidados necessários para evitar deformações que as inutilizem parcial ou totalmente e que resultem em custos adicionais.

Todas as peças metálicas devem ser cuidadosamente alojadas sobre madeirame espesso disposto de forma a evitar que a peça sofra efeito de corrosão.

As peças deverão ser estocadas em locais que possuem drenagem de águas pluviais adequadas evitando-se com isto o acúmulo de água sobre ou sob as peças.

*Elementos provisórios de montagem*

O montador, deverá tomar as providências necessárias para que a estrutura permaneça estável durante a montagem, utilizando contraventamentos provisórios, estaiamentos e ligações provisórias de montagem em quantidade adequada e com resistência suficiente para que possam suportar os esforços atuantes durante a montagem.

Todos os contraventamentos e estaiamentos provisórios deverão ser retirados após a montagem.

Todas as ligações provisórias, inclusive pontos de solda deverão ser retiradas após a montagem, bem como preenchidas as furações para parafusos temporários de montagem.

*Recomendações de montagem*

Todos os elementos estruturais deverão ser montados de acordo com os eixos e níveis indicados nos desenhos.

Todos os pilares e outras peças verticais devem ser aprumados e as horizontais niveladas antes de executadas as ligações permanentes.

A cada fase de montagem deverá ser acompanhada por execução de ligações respectivas que garantam a estabilidade da estrutura em cada etapa, porém sem aperto definitivo de parafusos.

O montador deverá manter os cabos, escoras e contraventamentos temporários, no lugar até que as ligações permanentes sejam completadas.

Quando a estabilidade da estrutura metálica na sua configuração final depender de outras partes do prédio tais como alvenaria, madeiramento, etc., o montador deverá prever um sistema que garanta a estabilidade do prédio e mantê-lo até a montagem final das estruturas.

Nas vigas principais da estrutura não será permitido e emprego de maçarico de corte. Seu uso pode ser permitido em vigas secundárias somente com aprovação por escrito do

DMAE.

Após a conclusão da montagem, o montador deve limpar e pintar toda a superfície onde a pintura foi omitida para as soldas de campo e os locais danificados. A limpeza e a pintura de todas as partes danificadas após a pintura de oficina, deverá ser de maneira equivalente e indicada no documento da Especificação Técnica para fornecimento da Estrutura Metálica.

*Argamassa de nivelamento e enchimento*

Deverão ser executados os serviços de nivelamento e enchimento nos apoios das estruturas de aço

A argamassa de nivelamento e enchimento deverá ter a resistência característica fck maior ou igual que o concreto da base. Utilizar GROUT autonivelante.

No nivelamento e enchimento deverá ser usado GROUT expansivo, conforme indicação do fabricante do produto com finalidade de compensar a retração da argamassa.

Na ocorrência de alvenaria e reboco em contato com a estrutura metálica, a argamassa utilizada deverá ser isenta de CAL ou qualquer outro aditivo que cause oxidação ou que ataque a pintura da estrutura metálica.

*Serviços complementares*

Ao término da montagem, a estrutura, após limpeza e lixamento, deverá receber retoques da pintura de "primer" nas partes onde foi afetada pelo transporte, armazenamento e montagem, de modo que não ocorra corrosão enquanto não aplicada a pintura definitiva.

Toda a estrutura metálica montada e acabamentos deverão ser limpos de qualquer sujeira (barro, poeira, óleo).

Deverá ser executada a limpeza completa de toda a área em que tenham sido realizadas obras relacionadas com a estrutura em questão, incluindo a remoção de entulhos, sobras de materiais, etc.

Por liberação da Fiscalização deverão ser retirados os equipamentos, máquinas e ferramentas utilizados nas obras, bem como demolidos os barracões e outras construções provisórias que tenham sido feitas.

Relação dos Perfis:

| DESCRIÇÃO | DISCRIMINAÇÃO | COMP. | QUANT. | PESO UNIT. | PESO TOTAL |
|---|---|---|---|---|---|
| CHUMBADOR | FER. Ø 7/8" | 1900 | 8 | 5,8 | 46,2 |
| CHUMBADOR | FER. Ø1/2" | 280 | 8 | 0,3 | 2,2 |
| GABARITO | L 55x55x3,0mm | 1360 | 2 | 3,3 | 6,7 |
| CH. BASE | CH. 450x350x25,4mm | - | 4 | 31,4 | 125,6 |
| PILARES | I 250x250x8,0x9,5mm | 10000 | 4 | 516,7 | 2066,6 |
| VIGAS | I 200x150x4,75x6,35mm | 3000 | 8 | 65,8 | 526,5 |
| VIGAS | I 200X150x4,75X6,35mm | 3250 | 8 | 71,1 | 569,0 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| VIGAS | I 250x250x8,0x12,7mm | 1400 | 8 | 87,7 | 701,9 |
| VIGAS | I 400x250x6,35x12,7mm | 3000 | 2 | 205,6 | 411,1 |
| VIGAS | I 400x250x6,35x12,7mm | 875 | 4 | 60,0 | 239,8 |
| VIGAS | I 400x250x6,35x12,7mm | 1000 | 4 | 68,3 | 273,0 |
| VIGAS | I 400x250x6,35x12,7mm | 3250 | 6 | 222,3 | 1333,7 |
| VIGAS | I 350x250x6,35x12,7mm | 3250 | 2 | 214,2 | 428,4 |
| VIGAS | I 400x250x6,35x12,7mm | 1300 | 2 | 84,8 | 169,5 |
| CH. CONTRAVENTOS | CH. 225x170x6,35mm | - | 80 | 1,9 | 152,8 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3320 | 4 | 24,1 | 96,4 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3370 | 12 | 24,5 | 294,2 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3380 | 4 | 23,9 | 95,5 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3580 | 4 | 26,0 | 104,0 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3580 | 12 | 26,1 | 313,2 |
| CONTRAVENTOS | L 3"x1/4" | 3300 | 4 | 25,5 | 102,0 |
| CH. LIGAÇÃO | CH. 200x150x8,0mm | - | 48 | 1,9 | 90,2 |
| CH. LIGAÇÃO | CH. 400x250x12,7mm | - | 32 | 10,0 | 319,0 |
| CANT. LIGAÇÃO | L 3"x3/8" | 300 | 8 | 3,2 | 25,7 |
| | | | PESO TOTAL | | 8493,3 |

O reservatório será apoiado em fundações de blocos travados por vigas de concreto armado sobre estacas pré-moldadas de concreto conforme o projeto. Sobre os blocos de fundação será executada uma plataforma de concreto para apoio da estrutura metálica de sustentação do reservatório.

Deverá ser fornecida 01 (uma) unidade.

### *20.61 GEOFÔRMAS DESSECANTES – GEOTUBE - GEO*

As geofôrmas dessecantes serão moduladas com 30,00 m de comprimento, seção transversal com 20,00 m de perímetro e área de 22,30 m², altura máxima de 3,10 m. O sistema será composto de 03 conjuntos de 04 módulos (cada conjunto de 04 módulos deverá ser acomodado em um dos três berços dotados de sistema drenante) perfazendo um total de 12 módulos assentados.

Parâmetros básicos das geofôrmas:

Resistência do Geotêxtil à tração (kN/m) = 105,00

Resistência mínima das costuras (kN/m) = 62,00

Perímetro da seção transversal (m) = 20,00

Altura máxima a ser atingida (m) = 3,10

Altura após dessecagem (m) = 3,10

Largura (m) = 8,40

Largura da base de apoio (m) = 8,40

Seção transversal dessecada (m) = 6,60

Deverão ser fornecidos 12 (doze) módulos.

## *20.62 TUBOS E CONEXÕES EM AÇO CARBONO*

As peças e conexões de aço-carbono que forem utilizadas serão fabricados segundo a norma internacional da AWWA C- 200, para as classes de pressão definidas no projeto, devendo atender às seguintes recomendações:

- Os aços-carbono qualificados que poderão ser empregados na confecção das conexões são os do tipo ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 36 ou, de outros tipos, desde que comprovadamente equivalentes, tendo as espessuras das chapas condicionadas as exigências estruturais das peças no projeto;

- Os tubos de aço carbono com flanges ou pontas lisas (cilíndricos) deverão ser fabricados e inspecionados segundo a norma NBR 9797:1993 “Tubo de Aço Carbono Eletricamente Soldado para Condução de Água de Abastecimento – Especificação”. No caso do fabricante utilizar uma chapa de aço com espessura de parede acima do exigido no projeto, o cálculo para determinação da pressão hidrostática (item 6.4.1 da norma acima citada) deverá ser realizado com o valor da espessura de chapa especificado no projeto.

- As dimensões e furações dos flanges dos tubos deverão ser compatíveis com as dimensões especificadas na norma NBR 7560:1996 “Tubo de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado, com Flanges Roscados ou Soldados – Especificação” de acordo com a PN indicada no projeto, sendo que a espessura dos flanges de aço deverá obedecer ao estabelecido na tabela a seguir**.**

| Tubo | Espessura mínima do flange PN 10 em mm |
|---|---|
| DN 150 | 19,0 |
| DN 200 | 19,0 |
| DN 250 | 19,0 |
| DN 300 | 19,0 |
| DN 350 | 19,0 |
| DN 400 | 19,0 |
| DN 450 | 19,0 |
| DN 500 | 19,0 |
| DN 600 | 19,0 |
| DN 700 | 25,0 |
| DN 800 | 25,0 |
| DN 900 | 25,0 |
| DN 1000 | 25,0 |
| DN 1100 | 32,0 |
| DN 1200 | 32,0 |

| Tubo | Espessura mínima do flange PN 10 em mm |
|---|---|
| DN 1500 | 38,0 |
| Referência | **DMAE** |

***Observação:*** *as espessuras mínimas indicadas acima se referem a parte onde são colocados os parafusos, independente do tipo de flange utilizado.*

- Após a instalação dos tubos e conexões no local da obra, deverão ser feitos os retoques nas superfícies que sofreram qualquer dano no seu revestimento.

- As conexões de aço carbono com flanges ou pontas lisas (cilíndricas), assim como os tubos de aço deverão ser fabricados e inspecionados segundo a norma NBR 9797/1993: “Tubo de Aço Carbono Eletricamente Soldado para Condução de Água de Abastecimento – Especificação” ou segundo a norma AWWA C208/ 996: “Dimensions for Fabricated Steel Water Pipe Fittings” desde que inspecionadas segundo a norma NBR 9797. No caso do fabricante utilizar uma chapa de aço com espessura de parede acima do exigido no projeto, o cálculo para determinação da pressão hidrostática (item 6.4.1 da norma NBR 9797) deverá ser realizado com o valor da espessura de chapa especificado no projeto.

- As dimensões e furações dos flanges dos tubos ou diâmetro externo das pontas lisas das conexões deverão ser compatíveis com as dimensões especificadas nas normas NBR 7560/1996: “Tubo de Ferro Fundido Dúctil Centrifugado, com Flanges Roscados ou Soldados – Especificação” e NBR 7675:1988 “Conexões de Ferro Fundido Dúctil – Especificação”; respectivamente, sendo que a espessura dos flanges de aço deverá obedecer ao estabelecido na tabela anteriormente citada.

- Na superfície interna dos tubos e conexões deverão ser aplicadas quatro demãos de tinta a base de resina epóxi com espessura de película seca de 100 µm por demão. A resina a ser utilizada deverá ter propriedades “sanitárias” específicas para o uso de tubulações em esgoto sanitário. Deverão ser utilizadas cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e supervisão.

- Na superfície externa dos tubos e conexões deverão ser aplicadas três demãos de tinta a base de alcatrão de hulha (resina epoxídica curada com poliamina ou poliamida) com espessura de película seca de 80 µm por demão, observando-se a utilização de cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e supervisão. No caso dos tubos e das conexões ficarem submersas ou enterradas em solo altamente agressivo (aterros sanitários) deverão ser aplicadas quantas demãos se fizerem necessárias, observando-se o tempo de cura recomendado pelo fabricante da tinta, a fim de evitar a oclusão de solventes e garantir uma espessura de película seca total de 600 µm.

- Nos casos em que o fabricante não utilizar processos automáticos de fabricação, limpeza e pintura, todas as chapas de aço carbono utilizadas para confecção dos tubos com diâmetro nominal até DN 400, antes de serem soldadas, deverão sofrer limpeza por jateamento abrasivo ao metal quase branco, conforme o padrão visual Sa 2 ½ (Norma Sueca SIS 05 5900) e pintura imediata (“holding primer” de montagem) com uma demão a base de tinta epóxi poliamida, com espessura de 40 µm de película seca. Imediatamente após a montagem destas chapas, os cordões de solda deverão sofrer uma eficiente limpeza mecânica ou, na

impossibilidade, limpeza manual, sem polir e/ou proporcionar acentuado brilho à superfície, pois há necessidade de manter-se a rugosidade a fim de não comprometer a aderência da tinta.

- Após a instalação dos tubos no local da obra, deverão ser feitos os retoques nas superfícies que sofreram qualquer dano no seu revestimento.

***Tolerância:*** *"Devem ser respeitados os limites de 10% para menos e 30% para mais nas espessuras indicadas por demão de tinta".*

## *20.63 TUBOS E CONEXÕES EM FERRO FUNDIDO*

Os tubos de ferro fundido dúctil centrifugado devem ser do tipo ponta e bolsa com junta elástica, atendendo a Classe K-7 e, do tipo ponta e flange, atendendo a classe K-12.

Os tubos de ferro fundido deverão apresentar identificação do fabricante, classe e tipo de material.

Os tubos deverão ser revestidos internamente com uma camada de argamassa de cimento e areia (aplicada por centrifugação), conforme norma NBR 8682 e, externamente, com uma pintura betuminosa anticorrosiva, preferencialmente com camada de zinco metálico e camada de asfalto betuminoso.

Os tubos deverão ser fabricados, transportados e estocados conforme o indicado nas Normas Técnicas Brasileiras NBR-7663 (EB-303) e normas complementares NBR-6152, NBR-6394, NBR-7561.

As conexões e peças especiais deverão atender as Normas Técnicas Brasileiras NBR-7675 (EB-1324) NBR-7677 e Normas Complementares.

Os anéis de borracha para junta elástica deverão ser fabricados, ensaiados e fornecidos segundo as Normas Técnicas Brasileiras NBR-7676 (EB-1326), NBR-7674 e Normas Complementares.

Os tubos e conexões em ferro fundido deverão ser fornecidos acompanhados de manta (manga) de proteção contra agressividade do solo conforme as normas DIN 30674 - ANSI A21.5 - ISO 8180.

As conexões de ferro fundido, para tubos de fibrocimento, serão com junta elástica, luva e espaçadores, obedecendo a NBR-8057

O Fabricante juntamente com a ***Contratada***, poderão propor para análise da ***Supervisão***, qualquer outro método de proteção anticorrosiva que julgarem necessário.

A ***Contratada*** fornecerá todos os materiais necessários para execução das obras, incluindo os tubos, conexões, peças, e proteção contra corrosão, bem como carga, transporte e descarga da totalidade dos materiais.

## *20.64 TUBULAÇÕES EM CONCRETO ARMADO*

Os tubos de concreto armado de seção circular para esgoto sanitário, classe EA3. Serão fabricados de acordo com as normas:

- ***a)*** NBR-8890 – Tubo de concreto, de seção Circular, para águas Pluviais e Esgotos Sanitários - Requisitos e Métodos de Ensaio;
- ***b)*** NBR-8891 - Tubo de concreto armado, de seção circular, para esgoto sanitário - Determinação da resistência à compressão diametral;
- ***c)*** NBR-8892 - Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - Determinação do índice de absorção de água;
- ***d)*** NBR-8893 - Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - Verificação da permeabilidade;
- ***e)*** NBR-8895 - Tubo de concreto simples ou armado, de seção circular, para esgoto sanitário - Verificação da estanqueidade de junta elástica.

## *20.65 PEÇAS EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO*

As peças em concreto pré-moldado simples ou armado tais como: anéis, cones, tampas, etc, para os PVs do extravasor deverão ser fabricados segundo as normas da ABNT NBR 8890 / 2003, com consumo mínimo de cimento para o concreto não inferior a 350 Kg/m³, fator água cimento 0,45 e fck=22MPa. A tolerância para as dimensões será de ± 1% (um por cento) no diâmetro e ± 5% (cinco por cento) na espessura.

Deverão ser fabricados por processo que assegure a obtenção do concreto homogêneo e compacto.

## *20.66 TUBULAÇÕES EM PVC*

O material dos tubos e conexões em PVC serão fabricados de acordo com as normas:

1. O material dos tubos e conexões será em PVC com junta elástica e de acordo com normas da ABNT NBR 7362, NBR 7369, 7370 e 10569.
2. Os tubos de PVC rígido na cor branca, diâmetro nominal 100mm, será fabricado de acordo com a norma NBR 5688.
3. Os anéis de borracha serão de acordo com a norma NBR 9051 - Anel de borracha para tubulações de PVC rígido coletores de esgoto sanitário

As conexões podem ser empregadas com tubos ou conexões de PVC, PEAD, PRFV, FºFº ou de outros materiais, utilizando-se adaptadores de transição adequados para o sistema.

As conexões devem apresentar, de forma visível e legível, o nome ou marca de identificação do fabricante, diâmetro nominal DN, código de fabricação e o número da Norma.

### *20.67 PEÇAS ESPECIAIS DE AÇO*

As peças e materiais de aço serão fabricadas segundo a norma internacional da AWWA C- 200, para as classes de pressão definidas no projeto, devendo atender às seguintes recomendações:

- os aços carbono qualificados que poderão ser empregados na confecção das conexões são os do tipo ASTM A 36, ASTM 283 GR C, ASTM 570 GR 36 ou, de outros tipos, desde que comprovadamente equivalentes, tendo as espessuras das chapas condicionadas as exigências estruturais das peças no projeto;
- as dimensões e furações dos flanges ou diâmetro externo das pontas lisas das conexões deverão ser compatíveis com as dimensões especificadas na NBR 7675, de acordo com a PN indicada no projeto;
- as conexões de aço-carbono com flanges ou pontas lisas (cilíndricas) deverão ser submetidas a exame visual, verificação dimensional e ensaio hidrostático conforme a NBR 9797;
- todas as conexões deverão sofrer limpeza por jateamento abrasivo ao metal quase branco conforme o padrão visual Sa 2 ½ (Norma Sueca SIS 05 5900) e pintura imediata ("holding primer” de montagem) com uma demão de tinta a base de epóxi poliamida, com espessura mínima de 40 µm;
- na superfície interna das conexões deverão ser aplicadas três demãos de tinta à base de resina epóxi curada com poliamida com espessura mínima de 120 µm por demão. Deverão ser utilizadas cores alternadas em cada demão a fim de facilitar a aplicação e fiscalização;
- na superfície externa das conexões deverão ser aplicadas duas demãos de tinta a base de alcatrão de hulha com espessura mínima de 80 µm por demão, observando-se a utilização de cores alternadas em cada demão, a fim de facilitar a aplicação e fiscalização.
- após a instalação das peças no local da obra, deverão ser feitos os retoques nas superfícies externas das peças que sofrerem qualquer dano no seu revestimento. As peças em aço também serão envolvidas em manta de polietileno.

Os revestimentos internos e externos serão executados da seguinte forma:

***a)*** a peça, depois de pronta, será jateada com areia;

***b)*** após, será aplicada uma demão de Primer;

***c)*** finalizada a pintura, serão aplicadas duas demãos de tinta Epóxi. Esta tinta não poderá conter elementos tóxicos.

Os itens acima deverão ser executados nas superfícies internas e externas das peças e tubos de aço.

Após a instalação das peças, no local da obra, deverão ser feitos os retoques nas superfícies externas das peças que sofrerem qualquer dano no seu revestimento.

### *20.68 TUBOS E CONEXÕES DE PEAD (POLIETILENO DE ALTA DENSIDADE)*

Os materiais das tubulações e conexões a serem utilizados nas canalizações de interligações da ETE serão de PEAD (Polietileno de Alta Densidade), resina PE-80 ou PE-100, fabricados estritamente em obediência às normas da Associação Brasileira de Tubos Poliolefínicos e Sistemas (ABPE) e ISO 4427. O composto de polietileno deve ser fornecido pronto pela petroquímica e apresentar curva de regressão que atenda a norma ISO 4427. Não é admitida a mistura de resina com master batch pelo fabricante de tubos ou de conexões.

A ***Contratada*** disponibilizará todos os equipamentos e ferramentas, bem como fornecerá todos os materiais necessários à execução das redes, incluindo os tubos, conexões e válvulas. O fornecimento, carga, transporte e descarga da totalidade de todos os materiais, equipamentos e ferramentas necessários à perfeita instalação da obra, estarão incluídos no preço contratado.

Dentre as exigências das referidas normas técnicas, os tubos devem ser marcados de metro em metro de forma indelével, através de impressão a quente, tipo “Hot-Stamping”, contendo os seguintes dizeres: nome ou marca de identificação do fabricante, código do composto, classificação e tipo do composto, número da norma utilizada, diâmetro externo nominal, classe de pressão ou SDR do tubo e número correspondente à série do tubo ou código que permita rastrear a sua produção.

Os tubos serão fornecidos de acordo com o SDR (relação diâmetro/espessura), devendo ser obedecido o seguinte critério para qualquer das resinas admitidas (PE 80 e/ou PE 100):

| **Tubos PEAD - diâmetro** | **SDR exigido** |
|---|---|
| Até DE 63 inclusive | 17 |
| DE superior a 63 | 21 |

A montagem de tubos e conexões será executada por solda de termo ou eletrofusão.

Todas as conexões devem atender às especificações para dimensionamento da Norma ABPE/E004 - item 4.3. Conexões tipo tê, curva, redução e colarinho devem ser fabricadas com classe de pressão igual ou superior ao tubo no qual serão conectadas, devendo o comprimento de solda L1, especificado na mesma Norma, possuir o SDR igual ao do tubo à conectar. Todas as conexões deverão ser identificadas de acordo com a Norma ABPE/E004, item 4.3.4. Dentre as exigências da referida norma, as conexões devem ser marcadas de forma indelével, seja através de impressão a quente, tipo “Hot-Stamping”, seja decorrente do molde de

injeção, contendo os seguintes dizeres: nome ou marca de identificação do fabricante, diâmetro externo nominal, classe de pressão ou SDR da conexão e número correspondente à série da conexão ou código que permita rastrear a sua produção e identificar o código, o tipo do composto e a norma utilizados na sua fabricação.

As conexões tipo Tê e curva até o diâmetro DE 225mm (inclusive), deverão ser necessariamente injetadas. As conexões gomadas só serão aceitas para diâmetros iguais ou superiores a DE250mm e devem ser produzidas em fábrica com equipamento específico de solda de topo por termofusão qualificado conforme a norma ABPE/E006, com processo controlado e por soldador qualificado. As conexões devem ser qualificadas conforme norma ABPE/E004 considerando o seguinte critério de produção ou coeficiente de redução de resistência:

- Curvas: A classe de pressão das curvas corresponderá a 80% da classe de pressão do tubo utilizado na sua fabricação, e deverão obrigatoriamente ser fornecidas de fábrica com RFV (reforço com fibra de vidro) equivalente a 50% da espessura do tubo, com acabamento adequado à excelência de qualidade da peça.
- Tês: A classe de pressão dos Tês corresponderá a 50% da classe de pressão do tubo utilizado na sua fabricação, e deverão obrigatoriamente ser fornecidos de fábrica com RFV (reforço com fibra de vidro) equivalente a 50% da espessura do tubo, com acabamento adequado à excelência de qualidade da peça.

As conexões tipo Redução, Colarinho e Cap até o diâmetro DE225mm (inclusive), deverão ser necessariamente injetadas. Para diâmetros superiores a DE225mm, serão aceitas conexões usinadas a partir de placas ou tarugos produzidos com composto de polietileno com curva de regressão conforme ISO 4427, de acordo com o item 2.1.1.

Nenhuma conexão poderá ter qualquer tipo de solda ou emenda no seu comprimento tubular (L2)

A montagem da rede em PEAD com outros materiais (Ferro, PVC e Aço), para fins de entroncamento, será executada por conexões com junta mecânica tipo flange.

Não serão admitidas conexões fabricadas na obra e/ou no canteiro de obras e nem montadas com soldas executadas pelo processo de aporte ("tipo espaguete").

Conforme declarado na Fase de Habilitação da licitação, o fabricante dos tubos, bem como o das conexões de PEAD (caso o fornecedor das conexões não seja o mesmo dos tubos) deverá ser qualificado ou estar em avaliação junto à Associação Brasileira de Tubos Poliolefínicos e Sistemas (ABPE), como fabricante de tubos e/ou conexões de PEAD (de acordo com o fornecimento a ser realizado), em conformidade com as Normas ABPE/GQ01 e ISO4427.

Todas as soldas efetuadas na obra deverão ser acompanhadas de relatório específico, cujo modelo será entregue pelo ***Departamento*** no início das obras, e deverá ser encaminhado diariamente à ***Supervisão***.

Uma Faixa de Sinalização e Advertência deverá ser assentada 30 centímetros acima da geratriz superior externa da tubulação projetada. A faixa deverá ser composta de malha

de polietileno de alta densidade e fita em polietileno de baixa densidade e deve possuir as seguintes características:

| Características | Malha | Fita |
|---|---|---|
| Material | PEAD – Polietileno de Alta Densidade | PEBD - Polietileno de Baixa Densidade |
| Densidade | > 940 kg/cm$^3$ | <930 kg/cm$^3$ |
| Tensão de Escoamento | > 15Mpa | - |
| Alongamento na Ruptura | > 300% | >300% |
| Largura | 300 mm | 150 mm |
| Espessura | 3 mm | 0,1 mm |
| Cor | Azul | Amarela |
| Mensagem | - | Cor: Azul<br>Altura das letras: 30 mm<br>Filete das letras: 5 mm |
| Montagem | A fita deve ser centralizada sobre a malha e soldada termicamente | |
| Embalagem | Em rolos de 100 metros | |

As fitas assentadas sobre os trechos da adutora deverão possuir a seguinte mensagem: "REDE DE ESGOTO SANITÁRIO – NÃO EFETUAR LIGAÇÕES - DMAE - FONE.:115".

A ***Contratada*** deverá disponibilizar tantos equipamentos e ferramentas quantos forem necessários para atender ao número de frentes de obra que se estabelecerem (seja por exigência deste edital, seja para cumprir com o prazo nele estabelecido).

Em cada frente de obra a ***Contratada*** deverá disponibilizar um conjunto completo de equipamentos e ferramentas que atendam às prescrições da norma ABPE/E006 e permaneçam no local durante a execução e inspeção das soldas. Todos os Equipamentos e Ferramentas deverão ser fabricados por empresas qualificadas e especializadas.

Para execução de soldas de topo por termofusão, além dos equipamentos e ferramentas auxiliares, a ***Contratada*** deverá disponibilizar em cada frente de obra:

Uma unidade de força ou comando, capaz de realizar soldas de topo por termofusão conforme norma ABPE/P004, com acionamento obrigatoriamente hidráulico ou pneumático, com bomba ou compressor elétrico, acoplada a uma estrutura de fixação dos tubos com no mínimo 4 (quatro) abraçadeiras. Esta unidade deve estar em bom estado de conservação, e deve ser aferida e revisada em períodos não superiores a 6 (seis) meses por empresa credenciada pelo Inmetro.

Um faceador ou plaina rotativa, podendo ser manual para tubos de diâmetro até DE 90 mm (inclusive) mas com acionamento obrigatoriamente eletro-mecânico para tubos de diâmetros superiores a DE90 mm.

Uma placa de solda revestida com material anti-aderente, com suporte para apoio e/ou acoplamento na estrutura de fixação e com controle de temperatura eletrônico adequadamente aferido e confiável. Esta unidade deve estar em bom estado de conservação, e deve ser aferida e revisada em períodos não superiores a 6 (seis) meses por empresa credenciada pelo Inmetro.

Casquilhos de redução necessários ao correto alojamento nas abraçadeiras, permitindo a fixação dos tubos de diâmetros inferiores ao máximo comportado pela estrutura de fixação utilizada.

Para execução de soldas de eletrofusão, além dos equipamentos e ferramentas auxiliares, a ***Contratada*** deverá disponibilizar em cada frente de obra:

Uma unidade para solda de eletrofusão automática e universal, capaz de realizar soldas de sela por termofusão conforme norma ABPE/P007, que permita soldar conexões de qualquer fabricante. Esta unidade deve estar em bom estado de conservação, e deve ser aferida e revisada em períodos não superiores a 6 (seis) meses por empresa credenciada pelo Inmetro.

Os equipamentos e ferramentas mínimos auxiliares exigidos para execução das soldas de termo e eletrofusão, disponibilizados em cada frente de obra obrigatoriamente serão:

Um Gerador elétrico compatível com a(s) unidade(s) de solda utilizada(s) ou licença da concessionária de energia elétrica para tomada de energia da sua rede de distribuição. Neste caso, deverão ser utilizados equipamentos adequados (com a devida proteção e isolamento elétrico) e os procedimentos de utilização e manuseio deverão ser definidos por profissional especializado na área de segurança do trabalho da ***Contratada***.

Um Corta-tubo (guilhotina ou rotativo) compatível com os diâmetros utilizados na obra, exceção feita à execução de redes com diâmetros superiores à DE 225 mm.

Alinhadores (inclusive de ramais) e arredondadores compatíveis com os diâmetros utilizados na obra.

Um estrangulador (manual ou hidráulico) até o diâmetro DE 110 mm, com roletes de esmagamento adequados ao diâmetro a ser pinçado.

Um raspador manual (cuja utilização será admitida somente para tubos DE63mm e DE90mm) e raspadores obrigatoriamente rotativos (para os demais diâmetros, inclusive para os tubos de ramais). Não serão aceitos canivetes, facas ou qualquer outro instrumento que não o específico para o fim de preparar a superfície dos tubos para as soldas.

Um Termômetro digital infravermelho, para verificação da temperatura da placa de solda durante a execução dos trabalhos.

Um paquímetro com precisão de 0,1mm (décimo de milímetro).

Um cronômetro.

O inadequado funcionamento ou a inexistência de qualquer dos equipamentos e/ou ferramentas acima descritos, bem como a expiração dos prazos para aferição e revisão dos mesmos, ensejará a paralisação das obras ante a impossibilidade da ***Contratada*** executar os serviços com a qualidade e segurança exigidas pelo ***Departamento***.

O período durante o qual a obra estiver paralisada por este motivo, não poderá ser justificado para eventual atraso das obras e nem exceder a 10 (dez) dias úteis, sob pena de ser enquadrado no item específico de sanções e multas.

No prazo máximo de 10 (dez) dias úteis após a Ordem de Início emitida pelo ***Departamento***, a ***Contratada*** deverá submeter à análise da ***Supervisão***, em local a ser previamente definido, os equipamentos e ferramentas acima descritos. A ***Contratada*** deverá apresentar uma relação com o nome, a especificação e número patrimonial ou de identificação dos equipamentos/ferramentas a serem utilizados na obra.

Nenhum equipamento ou ferramenta que não os formalmente apresentados e aprovados neste momento poderão ser utilizados nas obras. A substituição dos equipamentos e/ou ferramentas só será admitida mediante novo processo de qualificação.

Os equipamentos apresentados devem estar em bom estado de conservação e devem ter sido aferidos e revisados dentro do prazo limite acima estabelecido por empresa credenciada pelo Inmetro.

O procedimento de qualificação se dará através de inspeção visual (estado de conservação, funcionamento, dimensões, número de identificação, etc.) e através da execução de soldas de termo e eletrofusão. Neste momento, deverão ser entregues à ***Supervisão***, 2 (duas) cópias plastificadas da tabela com os parâmetros de solda de cada equipamento a ser utilizado.

Eventuais calibrações e reparos que se fizerem necessários aos equipamentos utilizados na obra, ou a substituição destes em função da sua manutenção preventiva a cada 6 (seis) meses, correrão por conta da ***Contratada***, a quem cabe mantê-los aptos a efetuar as soldas de acordo com as normas ABPE/E006, ABPE/P004 e ABPE/P007.

Simultaneamente à qualificação dos equipamentos e ferramentas, se dará a qualificação do(s) soldador(es) que trabalhará(ao) na obra. A ***Contratada*** deverá apresentar uma relação com o nome, CPF e obras realizadas em redes de abastecimento de água em PEAD do(s) soldador(es) indicados.

Nenhum soldador que não os apresentados e aprovados neste momento serão admitidos na obra. A substituição de algum soldador durante a execução das obras, ou a inclusão de novo profissional só será admitida mediante novo processo de qualificação, similar ao aqui descrito.

Somente será(ao) aceito(s) o(s) profissional(is) que tenha(m) sido aprovado(s) em curso específico para soldador de PEAD há no máximo 2 (dois) anos da ordem de início emitida pelo ***Departamento***, realizado por empresa do ramo de treinamento e qualificação profissional que ofereça em seu programa tal curso. Se o referido curso tiver sido realizado há mais de 2

(dois) anos da ordem de início, admitir-se-á curso de atualização ou qualificação (realizado também há no máximo 2 (dois) anos da ordem de início) por organismos ou empresas certificadoras reconhecidas e aceitas pelo ***Departamento***, conforme norma ABPE/P009.

Aprovados todos os equipamentos, ferramentas e soldadores, o ***Departamento*** emitirá um termo, com a relação dos equipamentos e ferramentas aprovados e soldadores habilitados, e a empresa poderá dar início efetivo às obras com estes recursos materiais e humanos.

A execução das obras com equipamentos e/ou ferramentas não aprovados, ou com soldadores não habilitados, será enquadrado no item específico de sanções e multas, e acarretará na condenação e substituição de todo o trecho que assim tiver sido executado, sem ônus algum ao ***Departamento***.

### *20.69 TUBOS EM AÇO INOX*

Os tubos e conexões em aço inox deverão obedecer as normas ASTM A-249 e ASTM A-554. Serão utilizados para condução de gases, gerados pelo esgoto, e para uso estrutural.

### *20.70 CALHAS DE DISTRIBUIÇÃO EM PRFV*

Estrutura de coleta fabricado em laminado reforçado externamente com PRFV (Fiberglass) impregnado com resina Poliéster Ortoftálica.

### *20.71 TUBOS EM PRFV*

Tubos com liner em PVC rígido branco, reforçado externamente com PRFV (Fiberglass) impregnado com resina Poliéster Ortoftálica, classe 02, Junta Elástica (JE) e Junta Rígida (JR), furação conforme ANSI B16.5.

### *20.72 TAMPÕES DE FERRO DÚCTIL OU PEAD??*

Os tampões serão de ferro fundido dúctil circular, articulado, para acesso às caixas, serão em diâmetro nominal de 600 mm (diâmetro livre de passagem), constituído de tampa e telar e deverão obedecer a NBR 6916. A classe de resistência mínima deverá ser de 400 KN (tráfego pesado) para utilização tanto na rua quanto na calçada. Telar de 830 a 850 mm de diâmetro da base provido de orifícios para garantir o ancoramento. Tampa com travamento automático realizado por barra elástica em ferro dúctil, integrada à tampa e com tensão permanente.

O fabricante deverá garantir que o travamento, por barra elástica, foi testado com 400 ciclos de abertura e fechamento, sem perder a eficácia do travamento, bem como garantir o perfeito assentamento da tampa ao telar.

Os tampões deverão ser fornecidos com o anel em polietileno fixado ao telar para apoio da tampa. Este anel deve ser projetado de modo a dificultar a sua retirada da tampa. A barra de travamento (impedindo o movimento da tampa), a articulação e o anel de polietileno (para evitar o barulho) devem assegurar o apoio integral da tampa no seu telar, mantendo a estabilidade vertical e horizontal do conjunto sob tráfego. Para limitar o deslocamento horizontal entre a tampa e o telar, a folga máxima entre os mesmos deve ser de 9 mm, com precisão de 0,5 mm.

A articulação da tampa (por rótula, não sendo admitido pinos, grampos ou parafusos) deverá ter abertura de no mínimo 110º, provida de bloqueio a 90º, impedindo fechamento acidental e ser projetada para guiar, no seu eixo de rotação, a tampa articulada nas fases de abertura e fechamento com segurança e sem desvios.

Os tampões deverão ter um sistema anti-roubo na articulação que permita, a critério do instalador, a retirada ou não da tampa do telar. Em posição desarmada o sistema anti-roubo permite a abertura e a retirada da tampa do telar. Em posição armada o sistema anti-roubo deverá impedir a retirada (roubo) da tampa e permitindo a abertura normal da tampa articulada. O sistema anti-roubo deverá assegurar a uma fixação sólida da tampa no telar e não poderá ser desmontada uma vez o tampão assentado no concreto. A barra de travamento e o sistema anti-roubo devem impedir o deslocamento acidental (tráfego e/ou intempérie) da tampa.

A superfície deverá ser metálica antiderrapante, com inscrição “DMAE”, marca do fabricante no telar e na face externa da tampa, perfeito assentamento tampa/telar, tampas removíveis dos telares e intercambiáveis com telares da mesma marca e modelo. Revestimento com pintura betuminosa.

A fabricação dos tampões (tampa e telar) deve obedecer às exigências do ***Departamento*** no que se refere às dimensões e a resistência à deformação. Os materiais a serem recebidos deverão ser ensaiados na forma de conjuntos completos, por órgão aprovado pelo ***Departamento***, às expensas da ***Contratada***. O laudo de inspeção deverá identificar plenamente o lote, data de fabricação, destinatário e os ensaios a que foram submetidos.

Deverão ser realizados exames visual (100 % do lote), dimensional (10 % do lote), nodularidade (10 % do lote) e de ensaio de carga (10 % do lote), para cada lote recebido.

## *20.73 VÁLVULAS E REGISTROS*

### *20.73.1* Válvulas de Retenção Portinhola Dupla

Válvula de retenção tipo portinhola dupla, classe PN 10 padrão construtivo Face a Face DIN 3232, corpo, tampa e portinhola em ferro fundido dúctil, conforme norma NBR 6916 - Ferro fundido nodular ou ferro fundido com grafita esferoidal CLASSE 42012, eixo do disco e

pino limitador em aço inóxidável ASTM A 276 Gr. 410 e vedação em couro impregnado, revestimento em pintura betuminosa.

Extremidades flangeadas conforme norma NBR 7675 - Conexões de ferro fundido dúctil (ISO 2531) PN 16.

### *20.73.2* Válvulas de Gaveta Corpo Chato com Flanges e Atuador Elétrico

As válvulas do tipo gaveta utilizadas deverão ser em ferro fundido, aço ou ferro dúctil, com os diâmetros especificados, com flanges, corpo curto, construção de acordo com as normas NBR 12430 e NBR 7675 e ISO 2531 e 5752, no que se aplicam, conforme o material adotado.

O atuador elétrico para estas válvulas de gaveta será constituído de redutor composto por um sistema de transmissão do tipo "sem fim e coroa" com características autoblocante, incluindo volante para o acionamento manual e indicador mecânico de posição com visor externo com vidro de proteção, com as seguintes características:

- freqüência nominal: 60 Hz
- tipo de partida: chave reversora externa
- tensão nominal: /380 V

O motor elétrico deverá ser trifásico, regime de operação S4, grau de proteção mínima IP-54, classe de isolamento "F", mancais com enrolamentos de esfera, fator de serviço 1,1.

A unidade de acoplamento entre o atuador elétrico e a válvula deverá seguir a norma ISO-5211 (F05-F07).

O atuador elétrico deverá ser equipado com chave de posição formada por quatro discos/cames ou "camblocks" de grande diâmetro superpostos, instalados no compartimento interno do acionamento, movimentada pelo sistema de transmissão do atuador, com ajustes independentes das micro-chaves correspondentes às posições: totalmente aberta e totalmente fechada. Também deverá ser equipado com chave de torque sensível aos esforços mecânicos excessivos do eixo do obturador da válvula (calibrada previamente na fábrica) para acionamento de duas microchaves correspondentes ao sentido de abertura e fechamento da válvula. Esta chave de torque se aplica somente a atuadores elétricos com torque de trabalho acima de 150Nm ou bitolas acima de DN 10.

Deverá ser fornecido com unidade de interfaceamento inteligente através de um concentrador eletrônico de controle para interligação em rede com o CLP através de meio físico.

Esse interfaceamento eletrônico deverá monitorar basicamente as seguintes funções:

- posição da válvula: aberta/fechada

- alarme de torque: abertura/fechamento
- comando a distância: abrir/fechar a válvula
- alarmes: sobreaquecimento do motor

A cor final de acabamento do acionamento deverá ser conforme padrão do fabricante ou a indicada no projeto.

### *20.73.3* Válvula de Gaveta com Flanges

Válvula de gaveta com flanges, padrão construtivo conforme Norma NBR 14968:2003. Composto de cunha maciça em Ferro Fundido Dúctil - NBR 6916 CL 42012 revestida integralmente (incluindo toda a passagem da haste) com elastômero EPDM. Operação suave e vedação elastômero-metal no final do fechamento. Corpo e tampa confeccionados em Ferro Fundido Dúctil - NBR 6916 CL 42012, classe de pressão 1,6 MPa. Revestimento interno e externo comprovadamente compatível com o uso em esgoto sanitário. Passagem plena, sem obstruções pela cunha nem apresentando cavidades de encunhamento. Junta corpo chapéu, confeccionada em EPDM. Haste de manobra inteiriça (feita em peça única), tipo não ascendente confeccionada em aço inóx ABNT 420, sem rebaixos para alojamento de anéis de vedação. O acionamento manual e extremidades com flanges, gabarito de furação de acordo com a norma NBR 7675 PN 10 ou PN 16, face a face, longo, de acordo com a norma ISO 5752 série 15.

### *20.73.4* Registros Gaveta Acionamento Manual

***Registro DN <= 400 -*** Os registros utilizados deverão ser do tipo gaveta conforme ISO 7259 tipo A; corpo e tampa em Ferro Dúctil (NBR 6916 cl. 42012) inteiramente revestidos com Epóxi em pó eletrostático espessura mínima 150 microns; cunha em Ferro Dúctil sobremoldada com elastômero EPDM; haste em peça inteiriça de Aço Inóx AISI 410; a válvula quando aberta deverá permitir reengaxetamento com a rede em carga (ISO 7259, item 5.3 b); fixação da tampa ao corpo sem parafusos, ou com parafusos tipo Allen em aço Inóx AISI 410; pressão máxima de serviço 16 Kgf/cm², face a face conforme série métrica chata (NBR 12430); extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16 e furação conforme ISO 2531 PN 10; distância face a face conforme ISO 5752 série 14; acionamento através de cabeçote.

***Registro DN > 400 -*** Registro de gaveta, série métrica oval, corpo, cunha e tampa em Ferro Dúctil NBR 6916 classe 42012, anéis da cunha e do corpo em bronze fundido ASTM B 62, haste não ascendente com rosca trapezoidal em aço inóx ASTM A 276 Gr. 410, porca da haste em latão fundido, junta corpo /tampa em borracha nitrílica (ou papelão hidráulico grafitado), gaxeta em amianto grafitado, extremidades flangeadas conforme ISO 2531 PN 16 ou 25, pressão de trabalho de 1,0, 1,6 ou 2,5 MPa e acionamento através de volante ou cabeçote, com by-pass e redutor opcionais. Padrão construtivo NBR 12430.

### *20.73.5* Válvula Borboleta com Flanges

Válvula borboleta com flanges, construção de acordo com a Norma ISO 5752 série F13 (curta), furação dos flanges de acordo com a Norma ABNT NBR 7675, corpo e disco em ferro fundido dúctil NBR 6916 classe 42012, sede e vedação do corpo em aço inoxidável ASTM A 240, tipo 304 (AISI 304), junta de vedação de 360° contínua de borracha sintética buna

N fixada ao disco por anel de aperto em ferro nodular 3Ni e parafusos em aço inoxidável 18.8 (AISI 304), permitindo substituição e ajustagem sem que sejam removidos os eixos do disco, mancais de escorregamento de teflon reforçado com bronze, para rotação dos eixos e apoio do disco, engaxamento em borracha sintética Buna N, acionamentos manual, através de alavanca (conforme relação de materiais).

### *20.73.6* Válvula Wafer com Alavanca

Válvula borboleta corpo curto tipo Wafer, construção de acordo com Norma AWWA C-504-80 classe 150 B, corpo e disco em ferro fundido dúctil ASTM A-536Gr.65-45-12, revestido em epóxi, eixos em aço inox ASTM A 276 Gr 304 (AISI 304), buchas autolubrificantes em acetal, sede de vedação em Buna N, para ser montada entre flanges NBR 7675 PN10, acionamentos manual através de alavanca (conforme relação de materiais).

### *20.73.7* Válvula de Retenção - FLAP

Válvula tipo Wafer, para instalação entre flanges, é constituído de uma peça única com olhal de içamento incorporado, para facilitar o manuseio.As vedações das válvulas são compostas de materiais com elastômero EPDM, fixados no corpo da válvula por vulcanização, formando uma superfície plana, garantindo perfeita estanqueidade para os diversos fluidos, em baixas e altas pressões. Para vedações tipo metal/ metal, o assentamento é especialmente trabalhado para esta finalidade, garantindo a estanqueidade dentro dos padrões permitido pela norma API 598.

A válvula possui uma portinhola única em material inoxidável leve e resistente, especialmente projetado para resistir a altas pressões e impactos. Possui a área de vedação retificada, propiciando perfeito assentamento na vedação, garantindo total estanqueidade, principalmente nas construções tipo metal/metal ou fluidos com baixas pressões.

Tendo uma característica diferenciada de possuir somente um eixo em aço inoxidável, instalado na parte superior do corpo, o mesmo fica isolado do fluxo, não recebendo vibrações ou turbulências. No modelo especial, a mola é instalada fora da válvula com dispositivo para regulagem da abertura. Este modelo permite a substituição da mola sem desmontagem da válvula, ficando a mesma em recipiente hermeticamente fechado e isolado do fluido.

No Modelo Standard, a mola é instalada no interior da válvula, impossibilitando regulagem ou instalação de acessórios.

### *20.73.8* Registro Gaveta Acionamento Elétrico

Registro de pressão, com borboleta, corpo e castelo em liga de cobre, diâmetro nominal indicado em projeto, e roscas NPT com roscas interna de entrada e externa de saída, de acordo com a NBR 10071/94 da ABNT, acabamento bruto – tipo 1502, devendo na peca estar gravado o diâmetro e a marca do fabricante.

### *20.73.9* Registro de Gaveta com Roscas

Registro gaveta com corpo e castelo em bronze fabricado com tratamento anti-corrosivo, diâmetro nominal indicado em projeto, e roscas NPT com roscas externa na entrada e

na saída, de acordo com a NBR 10071/94 da ABNT, acabamento bruto – tipo 1502, devendo na peca estar gravado o diâmetro e a marca do fabricante.

Haste ascendente acionada por volante manual não ascendente, permitindo o controle visual da posição da cunha. A rosca da haste é externa, facilitando assim sua lubrificação e garantindo proteção pois não tem contato com o fluído. Provido de volante para acionamento manual.

#### *20.73.10* Registro de Esfera, em PVC

Registro de esfera, em PVC rígido, na cor Cinza com Borboleta laranja, diâmetro nominal indicado em projeto, e roscas NPT com roscas externa na entrada e na saída, de acordo com a NBR 10071/94 da ABNT, acionamento por borboleta.

#### *20.73.11* Registro de Esfera, em Aço Inox

Registro tipo esfera, diâmetro nominal indicado nos desenhos e lista de materiais, classe de pressão 150 lb, corpo em aço inox A-304, sedes e vedação da haste em PTFE, conexões com rosca fêmea NPT, de acordo com a NBR 10071/94 da ABNT, acionado por borboleta metálica.

#### *20.73.12* Registro de Esfera, em Polipropileno

Registro tipo esfera, para uso nas linhas de condução de Cloreto Férrico, diâmetro nominal indicado nos desenhos e lista de materiais, classe de pressão 150 lb, com corpo e esfera em Polipropileno, sede da esfera em PTFE e vedações em Viton, conexões com rosca fêmea NPT, de acordo com a NBR 10071/94 da ABNT. Construção tripartida, passagem plena, estanque nos dois sentidos e acionamento manual.

## *21 INSTALAÇÕES ELÉTRICAS E SUBESTAÇÃO*

### *21.1 DESCRIÇÃO DAS INSTALAÇÕES ELÉTRICAS*

A presente especificação refere-se às instalações elétricas e equipamentos da Estação de Tratamento de Esgotos – ETE Serraria que tem por objetivo a descrição do projeto elétrico e a definição das especificações dos materiais e equipamentos elétricos a serem utilizados, com a conseqüente padronização da montagem e fornecimento dos itens especificados.

Todos os materiais do sistema de força, comando e iluminação deverão ser executados com esmero e bom acabamento, por profissionais especializados.

Todos os materiais não constantes desta especificação deverão ser de primeira qualidade e fornecidos por fabricantes idôneos com reconhecido conceito no mercado.

As instalações somente serão aceitas e pagas após a montagem de todos os materiais e acessórios.

As instalações elétricas de força, comando e iluminação deverão obedecer, no que couber, às especificações constantes no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 14.1.

A medição e o pagamento serão por unidade instalada, completa e testada, conforme especificado no item 14.10 do Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5.

## *21.2 DADOS BÁSICOS E NORMAS TÉCNICAS*

Para a elaboração deste projeto elétrico executivo de implantação foram utilizados os dados básicos fornecidos pelos projetos hidráulicos, mecânicos e arquitetônicos, sendo o mesmo consubstanciado nas recomendações de projeto do DMAE, bem como nas prescrições das seguintes entidades nacionais ou estrangeiras, onde aplicáveis:

| | |
|---|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas. |
| ANSI | American National Standard Institute. |
| CEEE-D | Companhia Riograndense de Distribuição de Energia. |
| IEC | International Eletrotechnical Comission. |
| IEC 60909-0 | Short-circuit currents in three-phase a.c. systems – Part 0: Calculation of currents. |
| IEC 60949 | Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-diabatic heating. |
| IEC-CISPR18-2 | Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 2: Methods of measurement and procedure for determining limits. |
| IEC-CISPR18-3 | Radio interference characteristics of overhead power lines and high-voltage equipment – Part 3: Code of practice for minimizing the generation of radio noise. |
| NBR 10478 | Cláusulas comuns a equipamentos elétricos de manobra de tensão nominal acima de 1 kV – Especificação. |
| NBR 11301 | Cálculo da capacidade de condução de corrente de cabos isolados em regime permanente (fator de carga 100%) – Procedimento. |
| NBR 14039 | Instalações elétricas de média tensão de 1,0 kV a 36,2 kV. |
| NBR 5283/77 | Disjuntores em caixas moldadas. |

| | |
|---|---|
| NBR 5354/77 | Requisitos gerais para materiais de instalações elétricas prediais. |
| NBR 5381 | Disjuntor de baixa tensão – Especificações. |
| NBR 5410 | Instalações elétricas de baixa tensão. |
| NBR 5413 | Iluminância de interiores – Procedimento. |
| NBR 5419 | Proteção de estruturas contra descargas atmosféricas. |
| NBR 5433 | Redes de distribuição aérea rural de energia elétrica – Padronização. |
| NBR 5434 | Redes de distribuição aérea urbana de energia elétrica – Padronização. |
| NBR 5460 | Sistemas elétricos de potência – Terminologia. |
| NBR 5597 | Eletroduto rígido de aço-carbono e acessórios com revestimento protetor, com rosca ANSI/ASME B1.20.1. |
| NBR 5598 | Eletroduto rígido de aço-carbono com revestimento protetor, com rosca NBR 6414. |
| NBR 6146 | Invólucros de equipamentos elétricos – Proteção – Especificação. |
| NBR 6150 | Eletroduto de PVC rígido – Especificações. |
| NBR 6235/80 | Caixas de derivações de instalações elétricas prediais. |
| NBR 6251 | Cabos de potência com isolação extrudada para tensões de 1 kV a 35 kV – Requisitos construtivos. |
| NBR 6689/81 | Requisitos gerais para condutos de instalações elétricas prediais. |
| NBR 6808/81 | Conjuntos de manobra e controle de baixa tensão. |
| NBR 6979 | Conjunto de manobra e controle em invólucro metálico para tensões acima de 1 kV até 36,2 kV – Especificação. |
| NBR 7094/81 | Máquinas Elétricas Girantes - motores de indução. |
| NBR 7282 | Dispositivos fusíveis tipo expulsão – Especificação. |
| NBR 7286 | Cabos de potência com isolação extrudada de borracha etilenopropileno (EPR) para tensões de 1 kV a 35 kV. |
| NBR 7288/82 | Cabos de potência com isolação sólida extrudada de cloreto de polivinila (PVC) para tensões de 1 a 20 kV. |
| NBR 8451 | Postes de concreto armado para redes de distribuição de energia elétrica – Especificação. |
| NBR 8669 | Dispositivos fusíveis limitadores de corrente – Especificação. |

| | |
|---|---|
| NBR 9511 | Cabos elétricos – Raios mínimos de curvatura para instalação e diâmetros mínimos de núcleos de carretéis para acondicionamento. |
| NEC | National Electrical Code. |
| NEMA | National Electrical Manufacturers Association. |

Em especial, deverão ser respeitadas as características fixadas na norma técnica da ABNT NBR 5410 – Instalações elétricas em Baixa Tensão, NBR 5419 – Proteção de Estruturas Contra Descargas Atmosféricas e NR-10 – Segurança em Instalações e Serviços com Eletricidade.

## *21.3 CONSIDERAÇÕES SOBRE O FORNECIMENTO*

O fato de algum material não ter sido especificado, não se constitui motivo bastante ao Proponente para sua não inclusão no orçamento, tendo em vista que durante a execução da obra os mesmos serão exigidos, devendo a obra ser entregue completa e após todos os testes de recebimento.

Por ocasião dos testes finais e da entrega definitiva, a obra deverá estar completamente limpa e isenta de materiais estranhos, todas as superfícies pintadas estarão limpas e retocadas.

Os quadros de força e comando deverão ser fornecidos com projetos detalhados de fabricação, relatórios de testes efetuados e manuais de operação e manutenção, sujeitos a aprovação prévia do DMAE.

## *21.4 EXECUÇÃO DAS INSTALAÇÕES*

Para execução dos serviços deverão ser obedecidas rigorosamente as especificações da ABNT aplicáveis e em especial os seguintes pontos:

- Os condutores deverão ser instalados de tal forma que os isente de esforços mecânicos incompatíveis com a sua resistência ou com a do seu isolamento;
- As emendas e derivações deverão ser executadas de modo a assegurar resistência mecânica adequada e contato elétrico perfeito, utilizando-se para tal conectores e acessórios adequados;
- O condutor de aterramento deverá ser facilmente identificável em toda sua extensão, devendo ser devidamente protegido nos trechos onde possa vir a sofrer danificações mecânicas;
- O condutor de aterramento deverá ser preso aos equipamentos por meios mecânicos, tais como braçadeiras, orelhas, conectores e semelhantes e nunca com dispositivos de solda a base de estanho, nem apresentar dispositivos de interrupção, tais como chaves, fusíveis, etc., ou ser descontínuo, utilizando carcaças metálicas como conexão;

- Os condutores somente deverão ser lançados depois de estarem completamente concluídos todos os serviços de construção que possam vir a danificá-los;
- Somente poderão ser utilizados materiais de primeira qualidade, fornecidos por fabricantes idôneos e de reconhecido conceito no mercado;
- Todas as instalações deverão ser executadas com esmero e bom acabamento, conforme recomenda a boa técnica.

## *21.5 ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTOS - ETE*

### *21.5.1* CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os equipamentos elétricos das diversas unidades da ETE serão supridos de energia a partir das subestações rebaixadoras particulares, a serem construídas próximas as unidades, contendo o transformador rebaixador abrigado ou ao tempo, a Sala do QGBT/CCM, o Painel de Automação, bem com os Painéis de Comandos fornecidos com os Equipamentos instalados em campo. As instalações serão de acordo com as normas definidas pela NBR5410 e recomendações do DMAE.

Foram considerados os seguintes parâmetros básicos das redes:

- Tensão de Alimentação em Média Tensão: 13,8 kV
- Tensão de Distribuição de Força: 380/220 V (demais sistemas)
- Freqüência: 60 Hz

A ETE foi dividida e 05 (cinco) centros de distribuição de energia ou 05 (cinco) áreas. Cada área será suprida por energia elétrica por uma Subestação Transformadora, sendo que as mesmas serão alimentada na tensão 13,8 kV. Cada Subestação conterá um Transformador rebaixador de energia que atenderá as cargas de baixa tensão em 380/220V.

Cada Subestação terá a sua Sala de Painéis onde será instado o QGBT/CCM que irá suprir de energia elétrica as cargas ou os equipamentos instalados em campo.

Toda a interligação elétrica com as diversas cargas ou equipamentos será através circuitos trifásicos de distribuição de energia, desde a subestação transformadora e os quadros de energia, conforme indicado em projeto.

O sistema de automação será instalado na Sala de Comando com o objetivo de proporcionar o acionamento e controle da ETE através de sistema de telemetria à distância. Também está previsto sistema de comando manual/local para acionamento dos equipamentos e demais sistemas elétricos.

OBSERVAÇÕES:

1) O projeto não contempla a estação de controle central para telemetria (CCQ/DVE do DMAE). A Contratada deverá executar a unidade remota (ETE Serraria) com

Link para o CCO/DVE, disponibilizando as variáveis de processo para monitoramento e controle a distancia sendo que o DMAE executará o sinótico e a implementação no CCO/DVE.

2) Todas as interligações elétricas e instalações de comando e conexões a instrumentos devem ser consideradas.

3) Fica a encardo da Contratada a aprovação ou a reaprovação, na Concessionária local, do projeto elétrico das subestações, da proteção e medição em média tensão, do ramal de entrada de energia incluindo o cálculo de seletividade se for o caso.

## *21.5.2* SUPRIMENTO DE ENERGIA

### *19.5.2.1 RAMAL DE ENTRADA*

A ETE Serraria será alimentada de energia elétrica na tensão de 13,8 kV – 60 Hz, proveniente da rede de distribuição primária da Concessionária local, conforme indicado na planta de redes externas.

No poste de derivação as estruturas existentes, ferragens, cruzetas, isoladores, as chaves fusíveis de distribuição, deverão ser substituídas por novas mantendo-se o mesmo padrão existente. O cabo existente do ramal de derivação deverá ser substituído por 2 CA.

Os elos fusíveis a serem instalados nas novas chaves fusíveis de 15 kV deverão ser de 45 K.

No interior do terreno do DMAE será implantado um poste de 4 kN, base concretada, com estrutura N3. Neste poste serão instalados três pára-raios classe 12 KV, 10 KA e os terminais de MT.

O ramal de entrada será subterrâneo com cabos de cobre eletrolítico isolação em EPR na bitola 35 mm². Os cabos deverão ser identificados conforme a NBR 14039, nas extremidades e nas caixas de passagem. Os cabos serão protegidos mecanicamente por eletroduto de aço zincado a fogo, tipo médio, na seção 100 mm, na prumada dos postes a uma altura de 3m do piso. Nas instalações embutidas, serão utilizados eletrodutos de polietileno de alta densidade tipo Kanalex, protegido mecanicamente por envelope de concreto. Os condutos subterrâneos deverão ser instalados a uma profundidade não inferior a 60cm do piso acabado, tomando como base a parte superior do eletroduto. Em todo o percurso subterrâneo de MT, deverá ser instalada uma fita indicativa de “condutor de energia elétrica”.

O eletroduto junto ao poste deverá ser identificado com o número da edificação que pertence através da utilização de material não corrosivo, fixado na parte superior do mesmo.

Não serão permitidas emendas nos cabos do ramal de entrada de energia subterrânea de MT e nas extremidades deverão ser utilizadas terminações contráteis. A blindagem deverá ser conectada ao sistema de aterramento da Cabina de Medição e Proteção Geral de MT.

As caixas de passagem de MT deverão ser de alvenaria com parede de 25 cm e dimensões internas de 80x80x80cm. A caixa junto ao poste deverá ficar afastada entre 25 e 50 cm do mesmo. Nesta caixa deverá ser deixada uma folga de 2,5m de cabo de MT.

Todo o sistema elétrico da ETE será suprido de energia elétrica a partir da Cabina de Medição e Proteção Geral de MT, a ser construída, sendo alimentada na tensão primária nominal de 13,8 kV, e distribuindo a energia elétrica, também em 13,8 kV, às Subestações da ETE.

### *19.5.2.2 MEDIÇÃO DA CONCESSIONÁRIA*

A medição da Estação será em Média Tensão. A Cabina de Medição será em alvenaria, contendo os transformadores de corrente e potencial de fornecimento da CEEE, sendo a caixa de medição fabricada em chapa de aço para instalação aparente, dimensões 850 x 1200 x 400 mm, apropriada para medição horosazonal, contendo os medidores de kWh, kVArh e registrador digital (RPE) de demanda de fornecimento e montagem à cargo da Concessionária.

### *19.5.2.3 PROTEÇÃO PRIMÁRIA*

A proteção do sistema em 13,8 kV será por disjuntor isolado a gás SF6, corrente nominal de 630 A, 24 kV, montado no interior de um cubículo compacto juntamente com a seccionadora geral. A chave seccionadora será tripolar a seco, com corrente nominal para 400 A. Os sensores de corrente, o relé de proteção de MT deverá ser instalado neste cubículo, sendo o relé auto alimentado. O disjuntor geral de MT será instalado na Cabina de Medição e Proteção.

## *21.5.3* CÁLCULO DA DEMANDA

### *19.5.3.1 SUBESTAÇÃO 01 – TRATAMENTO PRELIMINAR*

Para definição da capacidade do transformador, apresentamos o cálculo da demanda máxima provável para a Subestação 01, conforme tabela abaixo:

| QUADRO DE CARGAS TRATAMENTO PRELIMINAR | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EQUIPAMENTO** | **TAG** | **QUANT. OPERANDO** | **POTÊNCIA (KW)** | **TOTAL (KW)** |
| TP-Grade Grossa | TP-GG | 1 | - | - |
| TP-Amostrador Automático 24 horas | TP-AMAU | 1 | 1,00 | 1,00 |
| TP-Comporta do Afluente Peneiras | TP-CAP | 2 | 1,50 | 3,00 |
| TP-Peneira Mecânica | TP-PM | 4 | 2,25 | 9,00 |
| TP-Comporta Efluente Peneira | TP-CEP | 2 | 1,50 | 3,00 |
| TP-Comporta Afluente da Caixa de Areia | TP-CAC | 2 | 1,50 | 3,00 |
| TP-Rosca Transportadora de Detritos com Compactador | TP-RTD | 1 | 2,25 | 2,25 |
| TP-Ponte Rolante com Talha | TP-PR | 1 | 2,00 | 2,00 |
| TP-Talha Elétrica | TP-TE | 1 | 1,00 | 1,00 |
| TP-Ponte Removedora da Caixa de Areia | TP-PRCA | 4 | 2,25 | 9,00 |
| TP-Bomba de Areia | TP-BAR | 4 | 7,50 | 30,00 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| TP-Classificador de Areia | TP-RSA | 4 | 3,75 | 15,00 |
| TP-Soprador da Caixa de Areia | TP-SP | 4 | 15,00 | 60,00 |
| TP-Bomba Retorno Caixa de Areia | TP-ERCA | 1 | 30,00 | 30,00 |
| TP-Calha Parshall | TP-CP | 1 | - | |
| TP-Bomba de Gordura | TP-BG | 2 | 1,13 | 2,25 |
| TP-Ventilador exaustor | TP-VE | 2 | 0,50 | 1,00 |
| Iluminação | | | 10,00 | 10,00 |
| Tomadas de Serviço | | | 20,00 | 20,00 |
| | | | **TOTAL** | **201,50** |

- CARGA INSTALADA TOTAL: 201,50 kW, FP (médio) = 0,89
- DEMANDA MÁXIMA

Considerando um fator de demanda de 90%.

$$D = 201{,}50 \times 0{,}90 = 181{,}35 \text{ kW}$$

$$S = \frac{181{,}35}{0{,}89} = 203{,}76 \text{ kVA}$$

Com base no exposto foi optado pela utilização de um Transformador de 225 KVA.

***CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO***

Cálculo de Curto-circuito na Baixa Tensão:

Considerando-se o pior caso, ou seja, uma barra infinita na saída dos bornes de B.T. do transformador, temos:

Para o transformador de 225 kVA

Dados:

1. Barra infinita na entrada da instalação;
2. Z% do transformador: 3,5%
3. Potência do transformador: 225 kVA

$$Icc = \frac{Pn}{\sqrt{3} * Vn * Z\%} \quad \text{[kA]}$$

Onde:
Pn: Potência Nominal do transformador;
Vn: Tensão Nominal do transformador;
Z%: Impedância Percentual do transformador

$$Icc = \frac{1}{0,035} x \frac{225kVA}{\sqrt{3}x0,38kV} = 9,78KA$$

### *19.5.3.2 SUBESTAÇÃO 02 – PRÉDIO ADMINISTRATIVO*

Para definição da capacidade do transformador, apresentamos o cálculo da demanda máxima provável para a Subestação 02, conforme tabela abaixo:

| QUADRO DE CARGAS PRÉDIO ADMINISTRATIVO | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EQUIPAMENTO** | **DM** | **m²** | **POTÊNCIA (KW)** | **TOTAL (KW)** |
| Iluminação e tomadas (50 W/ m²) | 0,86 | 1.480 | 64,00 | 64,00 |
| Chuveiros (5.000 W cada unidades) | 35% | | 35,00 | 35,00 |
| Ar Condicionado (20 unidades de 1.400 W cada) | 100% | | 28,00 | 28,00 |
| Iluminação viária | 100% | | 5,00 | 5,00 |
| Guarita | 100% | | 5,00 | 5,00 |
| | | | **TOTAL** | **137,00** |

- CARGA INSTALADA TOTAL: 137,00 kW, FP (médio) = 0,92
- DEMANDA MÁXIMA

Considerando um fator de demanda de 100%.

$$S = \frac{137,00}{0,92} = 148,91 \text{ kVA}$$

Com base no exposto foi optado pela utilização de um Transformador de 150 KVA.

***CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO***

Cálculo de Curto-circuito na Baixa Tensão:

Considerando-se o pior caso, ou seja, uma barra infinita na saída dos bornes de B.T. do transformador, temos:

Para o transformador de 150 kVA

Dados:
1. Barra infinita na entrada da instalação;
2. Z% do transformador: 3,0%
3. Potência do transformador: 150 kVA

$$Icc = \frac{Pn}{\sqrt{3} * Vn * Z\%} \quad [kA]$$

Onde:
Pn: Potência Nominal do transformador;
Vn: Tensão Nominal do transformador;
Z%: Impedância Percentual do transformador

$$Icc = \frac{1}{0{,}03} x \frac{150kVA}{\sqrt{3}x0{,}38kV} = 7{,}60KA$$

### *19.5.3.3 SUBESTAÇÃO 03 – DECANTADORES (LADO DIREITO)*

Para definição da capacidade do transformador, apresentamos o cálculo da demanda máxima provável para a Subestação 03, conforme tabela abaixo:

| **QUADRO DE CARGAS DECANTADORES (LADO DIREITO)** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EQUIPAMENTO** | **TAG** | **QUANT. OPERANDO** | **POTÊNCIA (KW)** | **TOTAL (KW)** |
| RA-Válvula de Descarga de Lodo | RA-CDL | 18 | 0,75 | 13,50 |
| RA-Queimador de Biogás Lodo | RA-QG | 1 | 0,50 | 0,50 |
| DEC-Ponte Removedora de Lodo | DEC-PR | 6 | 2 x 2,25 | 27,00 |
| DEC-Válvula Telescópica de Descarte de Lodo | DEC-VTL | 6 | 1,50 | 9,00 |
| DEC-Misturador Floculador Axial | DEC-MIST | 12 | 2,25 | 27,00 |
| DEC-Comporta Afluente Decantador | DEC-CAD | 6 | 1,50 | 9,00 |
| Iluminação | | | 7,00 | 7,00 |
| Tomadas | | | 20,00 | 20,00 |
| | | | **TOTAL** | **113,00** |

- CARGA INSTALADA TOTAL: 113,00 kW, FP (médio) = 0,92
- DEMANDA MÁXIMA

Considerando um fator de demanda de 90%.

D = 113,00 x 0,90 = 101,70 kW

$$S = \frac{101{,}70}{0{,}92} = 110{,}54 \text{ kVA}$$

Com base no exposto foi optado pela utilização de um Transformador de 112,5 KVA.

***CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO***

Cálculo de Curto-circuito na Baixa Tensão:

Considerando-se o pior caso, ou seja, uma barra infinita na saída dos bornes de B.T. do transformador, temos:

Para o transformador de 112,5 kVA

Dados:
1. Barra infinita na entrada da instalação;
2. Z% do transformador: 3,0%
3. Potência do transformador: 112,5 kVA

$$Icc = \frac{Pn}{\sqrt{3} * Vn * Z\%} \quad [kA]$$

Onde:
Pn: Potência Nominal do transformador;
Vn: Tensão Nominal do transformador;
Z%: Impedância Percentual do transformador

$$Icc = \frac{1}{0,03} x \frac{112,5kVA}{\sqrt{3}x0,38kV} = 5,70KA$$

### *19.5.3.4 SUBESTAÇÃO 04 – DESIDRATAÇÃO*

Para definição da capacidade do transformador, apresentamos o cálculo da demanda máxima provável para a Subestação 04, conforme tabela abaixo:

| **QUADRO DE CARGAS LODO / CLORETO / DESIDRATAÇÃO / RESERV.** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EQUIPAMENTO** | **TAG** | **QUANT. OPERANDO** | **POTÊNCIA (KW)** | **TOTAL (KW)** |
| LODO | | | | |
| TL-Misturador Submersível | TL-MSUB | 6 | 18,75 | 112,50 |
| TL-Bomba de Alimentação Tanque de Lodo | TL-BATL | 2 | 11,25 | 22,50 |
| TL-Bomba de Alimentação Desidratação | TL-BADE | 4 | 3,75 | 15,00 |
| TL-Bomba de Água de Retorno | TL-BAR | 1 | 22,50 | 22,50 |
| CLORETO | | | | |
| TEC-Bomba de Transferência de Cloreto | TEC-BTQ | 1 | 9,37 | 9,37 |
| TEC-Bomba de Dosagem de Cloreto | TEC-BDSA1 | 1 | 3,75 | 3,75 |
| TEC-Bomba Água de Diluição de Cloreto | TEC-BDDL | 1 | 3,75 | 3,75 |
| DESIDRATAÇÃO | | | | |
| CDES-Centrífuga | CDES-CENT | 4 | 36,00 | 144,00 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| CDES-Misturador para Tanque Leite de Cal | CDES-MISTLC | 2 | 5,00 | 10,00 |
| CDES-Bomba Dosadora de Leite de Cal 1 | CDES-BDLC1 | 1 | 2,00 | 2,00 |
| CDES-Bomba Dosadora de Polieletólito 1 | CDES-BDPE1 | 4 | 1,00 | 4,00 |
| CDES-Bomba Dosadora de Polieletólito 2 | CDES-BDPE2 | 4 | 3,00 | 12,00 |
| CDES-Preparador de Polieletrólito 1 | CDES-PP1 | 2 | 2 x 2,0 | 8,00 |
| CDES-Preparador de Polieletrólito 2 | CDES-PP2 | 2 | 2 x 2,0 | 8,00 |
| CDES-Bomba de Transf. polieletrólito líquido | CDES-BPP2 | 2 | 0,75 | 1,50 |
| CDES-Ponte Rolante | CDES-PR | 3 | 2,00 | 6,00 |
| CDES-Talha Elétrica | CDES-TE | 3 | 1,00 | 3,00 |
| CDES-Misturador da Dosagem de Cal | CDES-MISTDC | 1 | 2,00 | 2,00 |
| CDES-Compressor de ar transferencia poli | CDES-CMPA | 1 | 2,00 | 2,00 |
| CDES-Ventilador exaustor | CDES-VE | 2 | 0,50 | 1,00 |
| RESERVATÓRIO | | | | |
| RES- Bomba booster alimentação | RES-AL | 1 | 3,00 | 3,00 |
| RES- Bomba booster lavagem tanques | RES-LAV | 1 | 9,37 | 9,37 |
| UNIDADE | | | | |
| Iluminação | | | 17,50 | 17,50 |
| Tomadas | | | 35,00 | 35,00 |
| | | | **TOTAL** | **457,74** |

- CARGA INSTALADA TOTAL: 457,74 kW, FP (médio) = 0,92
- DEMANDA MÁXIMA

Considerando um fator de demanda de 90%.

$$D = 457{,}74 \times 0{,}90 = 411{,}96 \text{ kW}$$

$$S = \frac{411{,}96}{0{,}92} = 447{,}78 \text{ kVA}$$

Com base no exposto foi optado pela utilização de um Transformador de 500 KVA.

***CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO***

Cálculo de Curto-circuito na Baixa Tensão:

Considerando-se o pior caso, ou seja, uma barra infinita na saída dos bornes de B.T. do transformador, temos:

Para o transformador de 500 kVA

Dados:

1. Barra infinita na entrada da instalação;

2. Z% do transformador: 5,0%
3. Potência do transformador: 500 kVA

$$Icc = \frac{Pn}{\sqrt{3} * Vn * Z\%} \quad [kA]$$

Onde:
Pn: Potência Nominal do transformador;
Vn: Tensão Nominal do transformador;
Z%: Impedância Percentual do transformador

$$Icc = \frac{1}{0,05} x \frac{500kVA}{\sqrt{3}x0,38kV} = 15,21KA$$

### *19.5.3.5 SUBESTAÇÃO 05 – DECANTADORES (LADO ESQUERDO)*

Para definição da capacidade do transformador, apresentamos o cálculo da demanda máxima provável para a Subestação 05, conforme tabela abaixo:

| **QUADRO DE CARGAS DECANTADORES (LADO ESQUERDO)** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| **EQUIPAMENTO** | **TAG** | **QUANT. OPERANDO** | **POTÊNCIA (KW)** | **TOTAL (KW)** |
| RA-Válvula de Descarga de Lodo | RA-CDL | 18 | 0,75 | 13,50 |
| RA-Queimador de Biogás Lodo | RA-QG | 1 | 0,50 | 0,50 |
| DEC-Ponte Removedora de Lodo | DEC-PR | 6 | 2 x 2,25 | 27,00 |
| DEC-Válvula Telescópica de Descarte de Lodo | DEC-VTL | 6 | 1,50 | 9,00 |
| DEC-Misturador Floculador Axial | DEC-MIST | 12 | 2,25 | 27,00 |
| DEC-Comporta Afluente Decantador | DEC-CAD | 6 | 1,50 | 9,00 |
| CD1-Comporta By-pass | CD1-CBP | 1 | 2,25 | 2,25 |
| Iluminação | | | 1,00 | 1,00 |
| Tomadas | | | 5,00 | 5,00 |
| | | | **TOTAL** | **94,25** |

- CARGA INSTALADA TOTAL: 94,25 kW, FP (médio) = 0,92
- DEMANDA MÁXIMA

Considerando um fator de demanda de 90%.

D = 94,25 x 0,90 = 84,82 kW

S = 84,82 = 92,20 kVA

0,92

Com base no exposto foi optado pela utilização de um Transformador de 112,5 KVA.

***CÁLCULO DA CORRENTE DE CURTO-CIRCUITO***

Cálculo de Curto-circuito na Baixa Tensão:

Considerando-se o pior caso, ou seja, uma barra infinita na saída dos bornes de B.T. do transformador, temos:

Para o transformador de 112,5 kVA

Dados:

1. Barra infinita na entrada da instalação;
2. Z% do transformador: 3,0%
3. Potência do transformador: 112,5 kVA

$$Icc = \frac{Pn}{\sqrt{3} * Vn * Z\%} \quad [\text{kA}]$$

Onde:
Pn: Potência Nominal do transformador;
Vn: Tensão Nominal do transformador;
Z%: Impedância Percentual do transformador

$$Icc = \frac{1}{0{,}03} x \frac{112{,}5kVA}{\sqrt{3}x0{,}38kV} = 5{,}70KA$$

## *21.5.4* SUBESTAÇÕES DE ENERGIA ELÉTRICA

### *19.5.4.1. SUBESTAÇÃO 01*

A Subestação será ao tempo, em plataforma com dois postes de concreto contendo um Transformador rebaixador de 225 kVA de potência nominal e tensão secundária nominal 380/220 V.

O transformador de força possuirá tensão primária nominal 13,8 kV e tensão secundária nominal de 380/220 V, com neutro acessível e solidamente aterrado e deverá ser instalado em poste conforme indicação em desenho.

No poste da Subestação, além do Transformador será instalado três pára-raios classe 12 KV, 10 KA, e três chaves fusíveis de distribuição, classe 15 kV, de construção base "C", corrente nominal para 300 A com elos fusíveis de 10K.

As interligações elétricas entre o transformador e o QGBT/CCM serão executadas através de cabos de cobre eletrolítico, singelos, isolados em EPR antichama classe de

temperatura 90°C, classe de tensão 1 kV, na bitola indicada 120 mm² (dois cabos) para fase e 70 mm² (dois cabos) para o neutro.

Na Sala do QGBT/CCM, em local estratégico, será instalado extintor de incêndio de CO2 ou pó químico de 4 kg. As paredes da Sala do QGBT/CCM serão de alvenaria de tijolos maciços, rebocadas e pintadas de branco. O piso e a laje de cobertura serão de concreto armado, impermeabilizados.

Para aterramento da subestação transformadora será executada uma malha de terra em volta da Sala do QGBT/CCM, constituída de quatro hastes de aterramento de 19 mm de diâmetro por 3,0 m de comprimento, de aço cobreado, interligadas por cabos de cobre nu, seção 50 mm², diretamente enterradas na área externa da Sala. Deverão ser utilizadas tantas hastes quantas necessárias para que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Haverá poços de inspeção constituídos por caixas especificas ou manilhas de grês, com diâmetro de 300 mm e profundidade de 600 mm, com tampa de ferro ou concreto, para inspeção e medição periódica da resistência do aterramento, em todas as hastes instaladas.

A carcaça do transformador, portões, venezianas, Painéis, suportes e demais partes metálicas da Subestação e da Sala do QGBT, não destinadas à condução de corrente elétrica, deverão ser solidamente interligadas à malha geral de aterramento. O neutro do transformador será aterrado com cabo de cobre nu de seção 50 mm² interligado ao aterramento da subestação.

A iluminação artificial da Sala do QGBT/CCM será de instalação aparente utilizando lâmpadas fluorescentes de 26 W de potência montadas em luminárias tipo industrial. Os interruptores de comando da iluminação serão montados no interior de uma caixa de passagem tipo condulete, a uma altura de 1,3m do piso e terá capacidade mínima de condução de corrente de 10A em 250V.

Também será instalada tomada de energia a uma altura de 30 cm do piso acabado, alinhada ao interruptor de luz. Terá capacidade para condução de corrente mínima de 15A em 250V e será do tipo universal 2P+T.

O circuito de iluminação e tomada será alimentado a partir de um disjuntor instalado no QGBT e conterá dispositivo para disparo termomagnético fixo.

Será instalado sistema de iluminação de emergência, com autonomia mínima de duas horas, que ascenderá assim que for sentido a falta da energia comercial. Também deverá ser instalado na Sala do QGBTG o diagrama unifilar contendo todas as proteções e características das instalações.

### *19.5.4.1.1. QGBT/CCM*

O sistema de distribuição de energia e comando dos equipamentos e distribuição de força e iluminação está distribuído da seguinte forma:

- QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão, distribuição geral de BT, com o objetivo de alimentar todos equipamentos fornecidos por terceiros, o Painel de Automação (PA), a iluminação especifica e viária, tomadas de serviço, o disjuntor geral de alimentação do CCM bem como as cargas auxiliares desta área.

- CCM – Distribuição e força e comando para os motores dos equipamentos instalados em campo.
- PA – Painel da Automação, controle e supervisão via CLP;

O Quadro de Geral de Baixa Tensão – QGBT, será alimentado a partir do Transformador de 225 kVA com cabos de cobre 120 e 70 mm², sendo dois cabos 120 mm² por fase e dois cabos 70 mm² para o neutro. A entrada de energia será pela parte inferior com proteção geral realizada através de disjuntor termomagnético tripolar de 400 A – 25 KA em 380 V, com bobina de abertura e relé eletrônico.

No CCM, alimentado pelo QGBT serão instalados os alimentadores e os dispositivos de comando e proteção dos diversos equipamentos existentes na área, ou seja, dos Ventiladores, Exaustores, Bomba de Drenagem, Válvula Motorizada, Moto Bomba.

### *19.5.4.2. SUBESTAÇÃO 02*

Será ao tempo, em poste de concreto simples contendo um Transformador rebaixador de 150 kVA de potência nominal e tensão secundária nominal 380/220 V.

O transformador de força possuirá tensão primária nominal 13,8 kV e tensão secundária nominal de 380/220 V, com neutro acessível e solidamente aterrado.

No poste da Subestação, além do Transformador será instalado três pára-raios classe 12 KV, 10 KA, e três chaves fusíveis de distribuição, classe 15 kV, de construção base "C", corrente nominal para 300 A com elos fusíveis de 8K.

As interligações elétricas entre o transformador e o QGBT serão executadas através de cabos de cobre eletrolítico, singelos, isolados em EPR antichama classe de temperatura 90°C, classe de tensão 1 kV, na bitola indicada 70 mm² (dois cabos) para fase e 35 mm² (dois cabos) para o neutro.

As paredes da Sala do QGBT serão de alvenaria de tijolos maciços, rebocadas e pintadas de branco. O piso e a laje de cobertura serão de concreto armado, impermeabilizados.

Na Sala do QGBT, em local estratégico, será instalado extintor de incêndio de CO2 ou pó químico de 4 kg.

Para aterramento da subestação transformadora será executada uma malha de terra em volta da Sala do QGBT, constituída de quatro hastes de aterramento de 19 mm de diâmetro por 3,0 m de comprimento, de aço cobreado, interligadas por cabos de cobre nu, seção 50 mm², diretamente enterradas na área externa da Sala. Deverão ser utilizadas tantas hastes quantas necessárias para que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Haverá poços de inspeção constituídos por caixas especificas ou manilhas de grês, com diâmetro de 300 mm e profundidade de 600 mm, com tampa de ferro ou concreto concreto, para inspeção e medição periódica da resistência do aterramento, em todas as hastes instaladas.

A carcaça do transformador, portões, venezianas, Painéis, suportes e demais partes metálicas da Subestação e da Sala do QGBT, não destinadas à condução de corrente elétrica, deverão ser solidamente interligadas à malha geral de aterramento. O neutro do

transformador será aterrado com cabo de cobre nu de seção 35 mm² interligado ao aterramento da subestação.

A iluminação artificial da Sala do QGBT será de instalação aparente utilizando lâmpadas fluorescentes de 26 W de potência, montadas em luminárias tipo industrial. Os interruptores de comando da iluminação serão montados no interior de uma caixa de passagem tipo condulete, a uma altura de 1,3m do piso e terá capacidade mínima de condução de corrente de 10A em 250V.

Também será instalada tomada de energia a uma altura de 30 cm do piso acabado, alinhada ao interruptor de luz. Terá capacidade para condução de corrente mínima de 15A em 250V e será do tipo universal 2P+T.

O circuito de iluminação e tomada será alimentado a partir de um disjuntor instalado no QGBT e conterá dispositivo para disparo termomagnético fixo.

Será instalado sistema de iluminação de emergência, com autonomia mínima de duas horas, que ascenderá assim que for sentido a falta da energia comercial. Também deverá ser instalado na Sala do QGBTG o diagrama unifilar contendo todas as proteções e características das instalações.

### *19.5.4.2.1. QGBT*

O sistema de distribuição de distribuição de força e iluminação será distribuído a partir do QGBT (Quadro Geral de Baixa Tensão), com o objetivo de alimentar todos os equipamentos fornecidos por terceiros, o Painel de Automação (PA), os Centros de Distribuição de iluminação e tomadas, a iluminação viária, tomadas de serviço bem como as cargas auxiliares desta área.

O Quadro de Geral de Baixa Tensão – QGBT, será alimentado a partir do Transformador de 150 kVA com cabos de cobre 70 e 35 mm², sendo dois cabos 70 mm² por fase e dois cabos 35 mm² para o neutro. A entrada de energia será pela parte inferior com proteção geral realizada através de disjuntor termomagnético tripolar de 250 A – 25 KA em 380 V, com bobina de abertura e relé eletrônico.

### *19.5.4.3. SUBESTAÇÃO 03 E SUBESTAÇÃO 05*

A Subestação será ao tempo, em poste de concreto simples contendo um Transformador rebaixador de 112,5 kVA de potência nominal e tensão secundária nominal 380/220 V.

O transformador de força possuirá tensão primária nominal 13,8 kV e tensão secundária nominal de 380/220 V, com neutro acessível, solidamente aterrado e deverá ser instalado em poste de concreto conforme indicado em desenho.

No poste da Subestação, além do Transformador será instalado três pára-raios classe 12 KV, 10 KA, e três chaves fusíveis de distribuição, classe 15 kV, de construção base “C”, corrente nominal para 300 A com elos fusíveis de 6K.

As interligações elétricas entre o transformador e o QGBT/CCM serão executadas através de cabos de cobre eletrolítico, singelos, isolados em EPR antichama classe de

temperatura 90°C, classe de tensão 1 kV, na bitola indicada 120 mm² (um cabo) para fase e 70 mm² (um cabo) para o neutro.

As paredes da Sala do QGBT/CCM serão de alvenaria de tijolos maciços, rebocadas e pintadas de branco. O piso e a laje de cobertura serão de concreto armado, impermeabilizados.

Na Sala do QGBT/CCM, em local estratégico, será instalado extintor de incêndio de CO2 ou pó químico de 4 kg.

Para aterramento da subestação transformadora será executada uma malha de terra em volta da Sala do QGBT/CCM, constituída de quatro hastes de aterramento de 19 mm de diâmetro por 3,0 m de comprimento, de aço cobreado, interligadas por cabos de cobre nu, seção 50 mm², diretamente enterradas na área externa da Sala. Deverão ser utilizadas tantas hastes quantas necessárias para que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Haverá poços de inspeção constituídos por caixas especificas ou manilhas de grês, com diâmetro de 300 mm e profundidade de 600 mm, com tampa de ferro ou concreto, para inspeção e medição periódica da resistência do aterramento, em todas as hastes instaladas.

A carcaça do transformador, portões, venezianas, Painéis, suportes e demais partes metálicas da Subestação e da Sala do QGBT, não destinadas à condução de corrente elétrica, deverão ser solidamente interligadas à malha geral de aterramento. O neutro do transformador será aterrado com cabo de cobre nu de seção 25 mm² interligado ao aterramento da subestação.

A iluminação artificial da Sala do QGBT/CCM será de instalação aparente utilizando lâmpadas fluorescentes de 26 W de potência montadas em luminárias tipo industrial. Os interruptores de comando da iluminação serão montados no interior de uma caixa de passagem tipo condulete, a uma altura de 1,3m do piso e terá capacidade mínima de condução de corrente de 10A em 250V.

Também será instalada tomada de energia a uma altura de 30 cm do piso acabado, alinhada ao interruptor de luz. Terá capacidade para condução de corrente mínima de 15A em 250V e será do tipo universal 2P+T.

O circuito de iluminação e tomada será alimentado a partir de um disjuntor instalado no QGBT e conterá dispositivo para disparo termomagnético fixo.

Será instalado sistema de iluminação de emergência, com autonomia mínima de duas horas, que ascenderá assim que for sentido a falta da energia comercial. Também deverá ser instalado na Sala do QGBTG o diagrama unifilar contendo todas as proteções e características das instalações.

#### *19.5.4.3.1. QGBT/CCM*

O sistema de distribuição de energia e comando dos equipamentos e distribuição de força e iluminação está distribuído da seguinte forma:

- QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão, distribuição geral de BT, com o objetivo de alimentar todos os equipamentos fornecidos por terceiros, o Painel de Automação

(PA), a iluminação especifica e viária, tomadas de serviço, o disjuntor geral de alimentação do CCM bem como as cargas auxiliares desta área.

- CCM – Distribuição e força e comando para os motores dos equipamentos instalados em campo.
- PA – Painel da Automação, controle e supervisão via CLP;

O Quadro de Geral de Baixa Tensão – QGBT será alimentado a partir do Transformador de 225 kVA com cabos de cobre 120 e 70 mm², sendo um cabo 120 mm² por fase e um cabo 70 mm² para o neutro. A entrada de energia será pela parte inferior com proteção geral realizada através de disjuntor termomagnético tripolar de 200 A – 25 KA em 380 V, com bobina de abertura e relé eletrônico.

No CCM, alimentado pelo QGBT serão instalados os alimentadores e os dispositivos de comando e proteção dos diversos equipamentos existentes na área, ou seja, dos Ventiladores, Exaustores, Bomba de Drenagem, Válvula Motorizada, Moto Bomba.

### *19.5.4.4. SUBESTAÇÃO 04*

Será do tipo abrigada, contendo em seu interior um Transformador rebaixador de 500 kVA de potência nominal e tensão secundária nominal 380/220 V.

A Subestação será alimentada de energia elétrica na tensão de 13,8 kV – 60 Hz, proveniente da rede de distribuição primária da ETA, conforme indicado na planta de redes externas. No poste de derivação serão instaladas 3 chaves fusíveis de 15 kV – 300 A com elos 25 k, 3 pára-raios para 15 kV – 10 kA com desligador automático e, quatro muflas terminais de 25 kV para os cabos isolados do ramal subterrâneo.

O ramal de entrada será subterrâneo com quatro cabos de cobre de 35 mm², isolamento em EPR classe 15/25 kV, sendo um para reserva, instalados em eletrovia constituída de 2 dutos de PVC de Ø4” envelopados em concreto e com caixas de passagem em alvenaria de 0,80 x 0,80 x 1,00 m. O ramal de entrada interligará a rede aérea da ETA com a subestação de 500 kVA.

As paredes da subestação serão de alvenaria de tijolos maciços, rebocadas e pintadas de branco. O piso e a laje de cobertura serão de concreto armado, impermeabilizados.

Haverá um cubículo com a seccionadora de MT e o Transformador totalmente fechado por paredes de alvenaria e tela tipo Otis com porta de acesso e dispositivo para cadeado e lacre com chave mestra. Na porta de acesso a SET será fixada placa de advertência "PERIGO DE MORTE - ALTA TENSÃO".

A interligação entre a seccionadora e buchas de MT do Transformador será feita por meio de vergalhão de cobre eletrolítico, ligados aos bornes de conexão através de terminais tipo sapata com parafusos de aperto, de bronze fosforoso.

O transformador de força possuirá tensão primária nominal 13,8 kV e tensão secundária nominal de 380/220 V, com neutro acessível e solidamente aterrado e deverá ser instalado diretamente sobre o piso acabado do cubículo de força da subestação.

A chave seccionadora geral de MT, com capacidade para 400 A de corrente nominal, classe de tensão 15 kV, tripolar, com acionamento simultâneo nas três fases através de punho de manobra fixado na tela de proteção deverá ser equipada com fusíveis tipo HH de 50A.

As interligações elétricas entre o transformador e o QGBT/CCM serão executadas através de cabos de cobre eletrolítico, singelos, isolados em EPR antichama classe de temperatura 90°C, classe de tensão 1 kV, na bitola indicada em projeto.

Da área de circulação será também acessível a alavanca de acionamento da chave seccionadora geral de A.T. e o comando do disjuntor geral, através de recorte na tela de proteção do cubículo de proteção. Ao pé de cada acionamento será colocado tapete de borracha de 0,50x0,50 m, isolação 15 kV.

Para pronto acesso aos cubículos foram projetados portões de acesso executados em armação metálica com tela tipo Otis de arame bitola 12 BWG, zincado e pintado, com dispositivo para cadeado e placa de advertência semelhante à fixada à porta de acesso ao cubículo de proteção.

Em local estratégico na subestação será instalado extintor de incêndio de CO2 ou pó químico de 4 kg.

Para aterramento da subestação transformadora será executada uma malha de terra constituída de hastes de aterramento de 19 mm de diâmetro por 3,0 m de comprimento, de aço cobreado, interligadas por cabos de cobre nu, seção 95 mm², diretamente enterradas na área lateral externa a subestação. Deverão ser utilizadas tantas hastes quantas necessárias para que a resistência de aterramento seja inferior a 10 ohms em qualquer época do ano. Haverá poços de inspeção constituídos por manilhas de grês, com diâmetro de 300 mm e profundidade de 600 mm, com tampa de concreto, para inspeção e medição periódica da resistência do aterramento, em todas as hastes instaladas.

A carcaça do transformador, portões, telas, venezianas, suportes e demais partes metálicas da subestação não destinadas à condução de corrente elétrica deverão ser solidamente interligadas à malha geral de aterramento através de cordoalha de cobre nu 25 mm². O neutro do transformador será aterrado com cabo de cobre nu de seção 95 mm² interligado ao aterramento da subestação.

A iluminação artificial da subestação transformadora será de instalação aparente utilizando lâmpadas fluorescentes de 25 W de potência montadas em luminárias tipo industrial. Os interruptores de comando da iluminação serão montados no interior de uma caixa de passagem tipo condulete, a uma altura de 1,3m do piso e terá capacidade mínima de condução de corrente de 10A em 250V.

Também será instalada tomada de energia a uma altura de 30cm do piso acabado, alinhada ao interruptor de luz. Terá capacidade para condução de corrente mínima de 15A em 250V e será do tipo universal 2P+T.

O circuito de iluminação e tomada será alimentado a partir de um disjuntor instalado no QGBT e conterá dispositivo para disparo termomagnético fixo.

Será instalado sistema de iluminação de emergência, com autonomia mínima de duas horas, que ascenderá assim que for sentido a falta da energia comercial. Também deverá ser

instalado na subestação transformadora o diagrama unifilar contendo todas as proteções e características das instalações.

Além do cubículo do Transformador a Subestação também irá abrigar a Sala do QGBT/CCM.

### *19.5.4.4.1. QGBT/CCM*

O sistema de distribuição de energia e comando dos equipamentos e distribuição de força e iluminação está distribuído da seguinte forma:

- QGBT – Quadro Geral de Baixa Tensão, distribuição geral de BT, com o objetivo de alimentar todos os equipamentos fornecidos por terceiros, o Painel de Automação (PA), a iluminação especifica e viária, tomadas de serviço, o disjuntor geral de alimentação do CCM bem como as cargas auxiliares desta área.
- CCM – Distribuição e força e comando para os motores dos equipamentos instalados em campo.
- PA – Painel da Automação, controle e supervisão via CLP;

O Quadro de Geral de Baixa Tensão – QGBT será alimentado a partir do Transformador de 500 kVA com cabos de cobre 120 e 70 mm², sendo cinco cabo 120 mm² por fase e cinco cabo 70 mm² para o neutro. A entrada de energia será pela parte inferior com proteção geral realizada através de disjuntor termomagnético tripolar de 800 A – 25 KA em 380 V, com bobina de abertura e relé eletrônico.

No CCM, alimentado pelo QGBT serão instalados os alimentadores e os dispositivos de comando e proteção dos diversos equipamentos existentes na área, ou seja, dos Ventiladores, Exaustores, Bomba de Drenagem, Válvula Motorizada, Moto Bomba.

### *21.5.5* DISTRIBUIÇÃO DE FORÇA

Os alimentadores serão executados com cabos de cobre eletrolíticos, isolados em composto EPR.

O aterramento será executado com condutor de cobre de seção 50 mm², equalizando todos os aterramentos existentes da ETA até os BEP’s instalados nos QGBT’s.

Está prevista a instalação de sistema de comando manual/automático dos equipamentos, através de botoeiras e seletoras instaladas em caixas de comando no campo.

Todo o encaminhamento elétrico de força será desenvolvido, através condutos de PVC ou galvanizados a fogo instalados nos interiores das áreas com instalação aparente ou embutida s para alimentação elétrica dos equipamentos.

Para proteção dos circuitos de iluminação e tomadas e dos demais motores no interior do prédio serão utilizados eletrodutos de aço zincado a fogo. A fixação destes às estruturas do prédio deverá ser executada de modo a garantir boa resistência mecânica e firmeza.

Para equipamentos em área externa a cablagem deverá desenvolver-se no interior de condutos de PVC tipo pesado, sendo os mesmos envelopados em trechos sujeitos ao trânsito de veículos.

### *21.5.6* ALIMENTAÇÃO DOS MOTORES

Para alimentação dos motores e circuitos de distribuição de força serão utilizados cabos unipolares/multipolares com isolação em PVC classe de tensão 0,75/0,6/1 kV, classe de temperatura 70° C, instalados no interior de eletrodutos aparentes ou embutidos.

Todos os trechos das eletrovias subterrâneas serão protegidos mecanicamente contra danos externos nas tubulações elétricas, através de envelopes de concreto em toda a extensão, nas travessias de ruas o envelope deverá ser de concreto armado, e assentados em valas de profundidade mínima de 60cm. Deverão ser em lances únicos, com caimento para as mesmas. O acabamento das tubulações junto às caixas de passagem deverá ser adequado para evitar danos aos cabos e toda a tubulação deverá ser vedada com massa plástica em suas extremidades após a passagem dos cabos.

A fim de limitar os trechos subterrâneos a comprimentos compatíveis com a enfiação elétrica serão construídas caixas de passagem em alvenaria. As caixas de passagem subterrâneas serão devidamente rebocadas em suas faces internas, terão sistema de drenagem no fundo e possuirão tampa de concreto com perfeito assentamento de modo a impedir a entrada de água e de roedores.

Nos condutos subterrâneos os cabos deverão ser distribuídos uniformemente evitando cruzamento de cabos.

Para a interligação dos cabos de força entre os motores de baixa tensão e os condutos destes serão utilizados eletrodutos de aço flexíveis, com cobertura de PVC, fixados por conectores apropriados em ambas extremidades, sendo um dos quais giratório. Os cabos de comando e as resistências de aquecimento dos motores serão interligados aos motores através de eletrodutos de aço flexíveis DN 25 mm (3/4"), também com conectores em ambas as extremidades, sendo um giratório.

### *21.5.7* DISTRIBUIÇÃO DE ILUMINAÇÃO E TOMADAS

Para a iluminação das Salas de Bombas, Sopradores, áreas operacionais serão utilizadas luminárias arandelas a prova de tempo gases vapores e pó, para lâmpadas fluorescentes compactas de potência nominal de 26W. O encaminhamento será com tubulação de aço zincado a fogo, em instalação aparente, fixadas nas estruturas metálicas, paredes e laje de concreto.

Nas áreas de controle, laboratório e áreas administrativas a iluminação será executada com luminárias para lâmpadas fluorescentes de 32W e acionamento a partir de interruptores instalados estrategicamente nos acessos das peças.

Nas áreas externas ao prédio, serão utilizadas luminárias tipo arandelas a prova de tempo gases vapores e pós para lâmpadas de fluorescentes compactas de 26W de potência nominal. O encaminhamento será com tubulação metálica, em instalação aparente, fixado nas paredes e laje de concreto.

Para a iluminação viária serão utilizadas luminárias tipo pétalas em montagem individual em poste de AG de 8 m de comprimento. Terão capacidade para lâmpadas VM 250 W - 220 V e compartimento para alojar o reator.

Os circuitos de iluminação viária (luminárias instaladas nas áreas externas do prédio e pátio) serão energizados via fotocélula coletiva ou individual.

Todos os circuitos de iluminação terão origem nos CD's no QGBT ou no QGBT/CCM da ETE, que conterá todos os dispositivos de proteção de retaguarda.

### *21.5.8* PÁRA-RAIOS E ATERRAMENTO

O sistema de proteção contra descargas atmosféricas da ETE deverão serem interligados por cabo de cobre nu a malha principal de aterramento composta por cabo de cobre nu de 50 mm² e hastes de aterramento instaladas ao logo do terreno da ETE.

Todas os materiais do sistema de aterramento e SPDA deverão ser executadas com esmero e bom acabamento, por profissionais especializados. As instalações somente serão aceitas e pagas após a montagem de todos os materiais e acessórios.

As instalações deverão obedecer, no que couber, às especificações constantes na NBR 5419 e no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 14.1.

## *21.6 QUADROS GERAIS, DE COMANDO E PROTEÇÃO*

### *21.6.1* CARACTERÍSTICAS CONSTRUTIVAS

Os quadros devem ser projetados, construídos, testados e fornecidos conforme as recomendações aplicáveis das últimas revisões das Normas Técnicas das seguintes associações:

a) ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas
b) ANSI - American National Standards Institute
c) IEC - International Eletrotechnical Commission
d) NEMA - National Electrical Manufactures Association
e) ASTM - American Society of Testing Materials

Os quadros devem ser constituídos de seções verticais padronizadas, feitas de chapas de aço com bitola mínima 12 MSG para os perfis estruturais e 14 MSG para as portas, laterais e fundo, justapostas e interligadas de forma a constituir uma estrutura rígida auto-suportável, totalmente fechada, com possibilidade de ampliação em ambas as extremidades. O número de compartimentos deve ser adequado em função da quantidade de equipamentos instalados em cada quadro.

Cada compartimento deve possuir, na parte frontal, portas com dobradiças e trinco. Devem ser providos meios que impeçam a abertura da porta de um compartimento quando o mesmo estiver com seu equipamento ligado.

Os barramentos, quando existirem, devem ser posicionados preferencialmente na parte superior do quadro e ter capacidade de condução de corrente conforme especificado no projeto e devem ser dimensionados de modo a suportarem os efeitos térmicos e mecânicos produzidos pelas correntes de curto-circuito do sistema.

Cada compartimento e equipamento deverão possuir uma plaqueta de identificação de plástico laminado com fundo preto e gravação em letras brancas. Na primeira linha deve ser gravado o código de referência do equipamento e nas demais linhas sua função, sendo estes dados indicados no projeto. Para equipamentos futuros (previsões), as plaquetas devem ser fornecidas sem gravação.

Em cada compartimento, quando solicitado, deve existir sinalização por meio de lâmpadas: cor verde para indicação de equipamento desligado e cor vermelha para indicação de equipamento ligado. Para indicação de energia disponível para os circuitos de comando também deverão ser instaladas lâmpadas brancas. A substituição das lâmpadas e lentes deverá ser possível pela frente, sem a abertura da porta do compartimento.

Os condutores devem ser de cobre, encordoados, com isolamento mínimo para 750 V e seção mínima 1,0 mm² para comando, 2,5 mm² para força e 4mm² para os instrumentos de corrente. As entradas e saídas dos cabos dos quadros devem ser pela parte inferior.

Os blocos terminais, quando incluídos, devem ser em número suficiente para receber os cabos de comando, controle e sinalização, além de mais 20% dos bornes utilizados como bornes de reserva. Todos os bornes devem ser numerados de forma visível e permanente, e ter capacidade adequada aos circuitos considerados, sendo todos com isolamento para 750 V.

Cada seção vertical deve possuir um resistor de aquecimento de potência adequada para impedir a condensação de umidade no seu interior, com acionamento através de termostato regulável para controle da temperatura. O circuito de cada resistor deve ser protegido por disjuntor termomagnético.

Os quadros devem possuir furações para colocação de dispositivos destinados à sua fixação ao piso ou na parede. Estes dispositivos devem ser fornecidos pelo próprio fabricante do quadro.

Todas as partes metálicas não previstas para condução de corrente devem ser ligadas ao barramento de terra do quadro (BEP), o qual deve ficar na parte inferior interna, em toda a sua extensão e fornecido com conectores adequados, do tipo não soldado, para cabo de cobre nu, encordoado, na bitola mínima de 2,5 mm² para quadros de potência e 2,5mm² para quadros de automação e controle.

O acabamento dos quadros deverá ser resistente à corrosão causada por umidade ou atmosfera característica ao ambiente onde será instalado. O tratamento anticorrosivo deve consistir de no mínimo duas demãos de tinta antioxidante nas partes internas e externas além da pintura final de acabamento, na cor cinza claro.

### *21.6.2* INSPEÇÃO E TESTES

O equipamento terá sua fabricação inspecionada pela ***Supervisão*** do DMAE ou por firmas especializadas por ela credenciadas, devendo todos os testes ser presenciados pelo inspetor, o que, todavia não diminui a total responsabilidade do fabricante. Este deverá notificar ao cliente, em endereço previamente estabelecido, com a devida antecedência, a data da inspeção e dos testes.

## *21.7 QGBT / CCM*

### *21.7.1* DIMENSIONAMENTO

O Quadro deverá possuir dimensões para abrigar todos dispositivos de comando e proteção dos equipamentos.

### *21.7.2* PARTIDA DOS MOTORES

As partidas dos motores que ficarão instaladas nos QGBT/CCM's, consistem das chaves de partida diretas, por chaves de Partida Suave ou por inversores de freqüência (ver Especificações Técnicas), para os motores de indução de gaiola, de acordo com as potências indicadas em projeto.

Os contatores devem ser tripolares, secos e adequados a partida direta de motores de indução trifásicos. As bobinas de operação dos contatores devem ser acionadas por tensão obtidas por meio de estabilizador de tensão para as funções de comando. Devem suportar uma queda de tensão nominal de 30% sem que haja desligamento dos seus contatos.

Devem possuir dispositivos de proteção nas três fases contra sobrecargas e sobrecorrentes.

A corrente nominal dos dispositivos de proteção, bem como dos demais componentes dos demarradores deverão ser adequados a potência dos motores individuais acionados a partir dos mesmos.

Os equipamentos de Partida Suave e por inversores devem ser dimensionados com 30% a mais da corrente nominal do motor conforme indicado em projeto.

## *21.8 PROJETO DE TELECONTROLE E AUTOMAÇÃO*

No que tange as equipamentos de Instrumentação/Automação, anexo a este está disponível documentação técnica na forma de Especificações e Folha de Dados. Abaixo consta lista identificando os documentos integrantes deste Projeto.

- ✓ ANEXO I - FE_ClpConcentrador;
- ✓ ANEXO II - FE_SupervisorioSerraria;
- ✓ ANEXO III - FD_MedidorVazaoTermicoGas;
- ✓ ANEXO IV - FD_MedVazaoMagnetAguaClarif;
- ✓ ANEXO V - FD_MedVazaoMagnetFecl3Serraria;
- ✓ ANEXO VI - FD_MedVazaoMagnetLodo;
- ✓ ANEXO VII - FD_MedVazaoMagPoliDecantSerraria;
- ✓ ANEXO VIII - FD_MedVazaoMagPoliDesidratSerraria;
- ✓ ANEXO IX - FE_AntenaYagiDMAE;
- ✓ ANEXO X - FE_ChaveFluxoSerraria;
- ✓ ANEXO XI - DE_TopologiaArquiteturaSistemaSupervisãoControle;

- ✓ ANEXO XII - FE_TransmissorNivelUltrassonico;
- ✓ ANEXO XIII - FE_EstacoesSupervisorio;
- ✓ ANEXO XIV - LI_ListaFunções;
- ✓ ANEXO XV - LI_ListaInstrumentos;
- ✓ ANEXO XVI - ET_EspecificaçãoSistemaSupervisãoControle

## *21.9 INSTALAÇÃO E INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS*

### *21.9.1* TREINAMENTO DAS EQUIPES PARA OPERAÇÃO

Quando concluídos os testes e com os manuais disponíveis, será realizado um "Treinamento" com a equipe de operação do sistema, com atividades teóricas e práticas, nos respectivos locais de instalação e operação.

O treinamento deverá prever instrução para 10 (dez) participantes com planejamento de uma carga horária média de 8 horas.

## *21.10 ESPECIFICAÇÕES DE MATERIAIS*

### *21.10.1* DISJUNTORES EM CAIXA MOLDADA

Os disjuntores em caixa moldada devem ser construídos e ensaiados de acordo com a norma IEC NBR 60 947-2.

Devem ser tropicalizados, com comando manual por alavanca, possuindo em cada fase disparadores termomagnéticos de ação direta. O mecanismo de abertura deve ser do tipo disparo livre (trip-free), com dispositivo de indicação visual de atuação.

O comando destes disjuntores deve ser feito pelo lado de fora do compartimento, sem que seja preciso abrir a porta do mesmo.

A manopla deve possuir indicador de posição “ligado” e “desligado” (on e off) sendo que, na posição desligado, deve haver possibilidade de colocação de cadeado.

A tensão e corrente nominais, capacidade de ruptura, número de pólos e execução (fixa ou extraível) deverão ser conforme indicado no projeto.

### *21.10.2* TRANSFORMADORES DE CORRENTE

Devem ser construídos e ensaiados de acordo com as normas NBR 6856 e NBR 6821 da ABNT.

Os transformadores de corrente devem ser do tipo seco, devendo ser previsto pelo fabricante meios que permitam a colocação do secundário dos mesmos em curto-circuito quando houver necessidade de retirada de sua carga (instrumentos).

As classes de precisão e potência, bem como as relações de transformação devem estar de acordo com os respectivos desenhos de referência.

- CORRENTE PRIMÁRIA - Conforme Diagrama Unifilar
- CORRENTE SECUNDÁRIA 5A
- CORRENTE DE TENSÃO 600V
- FREQUÊNCIA 60HZ
- CLASSE DE TEMPERATURA B-130 GRAUS C
- FATOR TÉRMICO NOMINAL 1,2 x In
- CORRENTE TÉRMICA NOMINAL 60 x In
- CORRENTE DINÂMICA NOMINAL 150 x In
- CLASSE DE EXATIDÃO 1,2
- POTÊNCIA REQUERIDA 1.5VA

### *21.10.3* AMPERÍMETROS / VOLTÍMETRO

Serão de ferro móvel, moldura 72x72mm, deverão ser para montagem semi-embutida, próprios para painel, com ligações traseiras, de leitura direta, com mostrador branco e ponteiro e marcações pretas. O invólucro deverá ser a prova de poeira. A deflexão total dos voltímetros e amperímetros deverá ser de 90°, com ponto de operação normal entre 50 e 75% da escala. Os amperímetros para motores deverão contar com escala estendida na faixa de trabalho para ligação no secundário de transformador de corrente.

### *21.10.4* HORÍMETROS

Totalizador de horas eletromecânico, moldura 72 x 72mm com (06) seis dígitos e indicação de 1/10 de horas. Para montagem semi-embutida, próprios para painel, com ligações traseiras, de leitura direta

### *21.10.5* BOTOEIRAS

As botoeiras devem ser do tipo “contatos fixos”. Devem ser operadas externamente, sem necessidade de abertura da porta do compartimento.

### *21.10.6* CHAVES DE PARTIDA SUAVE

As chaves de Partida Suave deverão ser fornecidas com todas as proteções devidamente dimensionadas e também com o sistema para seccionamento e comando incorporados no módulo de entrada de energia.

No módulo de entrada deverão ser instalados no mínimo o que segue:

- Kit de montagem remota, ou módulo de visualização e regulagem (montagem na chave);
- Disjuntor ou Fusíveis ultra-rápidos para proteções contra curtos-circuitos;
- Contator de comando e” by-pass” com bobina para 220Vca

Cada de partida suave devera ser alimentada a 3 (três) fios (3 FASES), de cobre eletrolítico, de iguais seções e dimensionados para condução da corrente nominal, conforme

indicado no diagrama unifilar, de forma que a sua temperatura não exceda os valores especificados nas normas aplicáveis.

As chaves de partida suave deverão possuir as seguintes características elétricas:

- Carga....................................................................................conf. projeto
- Potência nominal da carga............................................................conf. projeto
- Tensão de alimentação..................................................................380 V
- Corrente nominal ................................................................. conforme projeto
- Controle .......................................................................microprocessado;
- Regulagem .................................. auto-regulagem às características do motor;
- Tempos de ACEL/DECEL .......................................................independentes;
- Sentido de operação.........................................................................bidirecional;
- Torque de frenagem...........................................................até 20% de torque;
- Ventilação automática ...................................................incorporada na chave;
- .... Programação, Operação e Monitoração de falhas através do operador digital incorporado a Chave de Partida Suave, contendo o display alfanumérico e comando para programação e operação

### *19.10.6.1. PROTEÇÕES ELÉTRICAS DA CHAVE DE PARTIDA SUAVE*

A chave deverá possuir as seguintes proteção:

- Proteção térmica do motor incorporada na chave ou por relé eletrônico na saída;
- Tempo de partida prolongado;
- Limitação do conjugado máximo;
- Nível de subcarga
- Conjugado inicial de partida;
- Corrente de limitação do motor;
- Rampa de conjugado de aceleração;
- Rampa de conjugado de desaceleração;
- Tipo de parada.

### *21.10.7* **EMENDAS**

Para condutores de baixa tensão poderão ser empregadas emendas de compressão ou de aperto, desde que providenciem a perfeita interligação elétrica e mecânica dos condutores. Deverão ser isoladas de modo a reconstituir no mínimo as características elétricas do isolamento original dos condutores emendados.

Para condutores de média tensão deverão ser empregadas emendas pré-fabricadas do tipo enfaixadas, vulcanizadas ou termocontráteis, de acordo com a especificação do projeto.

As emendas dos condutores deverão ser compatíveis com as características do sistema elétrico e dos condutores em que serão instaladas, especialmente no que se refere aos seguintes pontos:

a) classe de tensão e tensão de operação do sistema;

b) material, seção e tipo do isolamento do condutor;

c) forma de fixação e conexão;

d) uso interno ou externo.

Todas as emendas para cabos de média tensão deverão ser providas de terminais para aterramento da blindagem dos condutores.

### *21.10.8* CONECTORES E TERMINAIS

Poderão ser utilizados, conforme as indicações de projeto, os seguintes tipos de conectores:

a) tipo parafuso fendido de bronze silício de alta resistência, com parafuso de aperto em bronze;

b) conector de compressão por alicate ou ferramenta apropriada;

c) conector paralelo;

d) Soldas exotérmicas.

Não será permitida emenda com amarrações de fios ou dispositivos de solda a estanho.

Para condutores de alumínio somente poderão ser utilizados conectores específicos para cabos de alumínio, em conjunto com massa apropriada.

### *21.10.9* MATERIAIS DIVERSOS

Deverão ser resistente e duráveis, sem amassamentos ou danos na superfície que prejudiquem a sua durabilidade ou sua condutividade elétrica, bem como seu isolamento e tratamento anticorrosivo.

Quando possuírem roscas estas deverão estar em perfeito estado de conservação, devendo ser rejeitadas aquelas peças que possuírem algum fio cortado ou danificado.

Todos os materiais não constantes desta especificação deverão ser de primeira qualidade e fornecidos por fabricantes idôneos com reconhecido conceito no mercado.

### *21.10.10* ELETRODUTOS

- *em PEAD:* de polietileno corrugado de alta densidade, em forma espiralada, baixo coeficiente de atrito e elevada rigidez dielétrica, com arame guia galvanizado e revestido de PVC, e fita de identificação externa.

- *em* *PVC:* de PVC rígido na cor preta, roscável, classe A, em peças de 3,0 m de comprimento.

- *em* *Aço* *Zincado:* tipo pesado, zincados a fogo, em barras de 3,0 m de comprimento, com rosca em ambas as extremidades.

### *21.10.11* ELETRODUTOS FLEXÍVEIS METÁLICOS

A prova de tempo, gases e vapores, executados com fita contínua de aço zincado, com revestimento externo em PVC extrudado, próprios para uso com terminais rosqueados.

### *21.10.12* ELETROCALHAS

Executadas com perfis metálicos, constituindo um conjunto rígido com ventilação total (perfuradas nas laterais e base). Todos os perfis deverão ser executados em chapas de aço dobradas, zincados a fogo.

Todos os acessórios de interligação, derivações, desvios de direção e fixação deverão ser pré-fabricados, compatíveis com as características das eletrocalhas, de preferência do mesmo fabricante. Não serão permitidos acessórios e componentes do sistema, fabricados na obra.

As dimensões e características específicas das eletrocalhas deverão ser conforme a indicação do projeto.

### *21.10.13* CURVAS DE ELETRODUTO

- *em* *aço* *carbono* *:* deverão possuir as mesmas características e bitolas dos eletrodutos, zincadas a fogo, pré-moldadas de fábrica, com rosca em ambas as extremidades, fabricadas de acordo com a NBR 6600.

- *em* *PVC:* deverão possuir as mesmas características e bitolas dos eletrodutos, de PVC rígido, pré-moldadas de fábrica, com rosca em ambas as extremidades, fabricadas de acordo com a NBR 6150.

### *21.10.14* LUMINÁRIAS

- *Blindadas* *:* Aparelhos blindados à prova de tempo, gases, vapores e pós, com corpo de alumínio silício, globo de vidro borosilicato rosqueado ao corpo, juntas de vedação e grade de proteção.

Deverão ser equipadas com soquete reforçado de porcelana, entradas rosqueadas para eletroduto DN 25 mm (3/4").

Quando forem para instalação externa, deverão ser equipadas com refletores em chapa de aço repuxado, esmaltado a fogo e pintados externamente na cor verde e internamente na cor branca.

O tipo e a potência das lâmpadas suportadas pelas luminárias, bem como o modo de instalação, que poderá ser em arandela a 45° ou 90°, plafonier ou pendente, deverão ser conforme a indicação do projeto.

- *Para Lâmpadas Tubulares :* Aparelhos com corpo em poliéster reforçado com fibra de vidro, refletor interno em chapa de aço dobrado e pintado em esmalte branco, e soquetes antivibratórios, com contatos de latão e rotor de segurança.

Deverão ser abertas, e possuir alojamento para reator incorporado ao corpo da luminária.

A potência das lâmpadas suportadas pelas luminárias, bem como o modo de instalação, que poderá ser plafonier ou pendente, deverão ser conforme a indicação do projeto.

### *21.10.15* INTERRUPTORES DE USO GERAL

Interruptores de uso geral para circuitos de iluminação, de embutir em caixa de passagem 50x100 mm, corrente nominal mínima 10 A, tensão nominal mínima 250 V, com espelho de proteção e fixação em PVC antichama na cor cinza claro. Número de pólos e agrupamento de interruptores indicados no projeto.

### *21.10.16* TOMADAS DE USO GERAL

Monofásicas universais 2P - 15 A, 250 V, instalação embutida ou aparente de acordo com a indicação do projeto. Deverão seguir novo padrão da ABNT NBR 14136/02.

### *21.10.17* CONDULETES DE ALUMÍNIO

Em liga de alumínio silício, com paredes lisas e sem cantos vivos, com tampa e junta de vedação de borracha. Entradas rosqueadas calibradas, rosca gás com no mínimo 5 filetes, tipo universal com as posições das saídas indicadas em projeto, com batentes internos para os eletrodutos.

### *21.10.18* ELEMENTOS DE COMANDO

- *Chaves-bóia:* tipo pêra, com corpo em ABS reforçado completamente estanque, com contatos 01 NA e 01 NF, com cabo de ligação de no mínimo 6,0 m de comprimento.

### *21.10.19* CONECTORES E TERMINAIS

Poderão ser utilizados, conforme as indicações de projeto, os seguintes tipos de conectores:

a) Tipo parafuso fendido de bronze silício de alta resistência, com parafuso de aperto em bronze;

b) Conector de compressão por alicate ou ferramenta apropriada;

c) Conector paralelo;

d) Soldas exotérmicas.

Não será permitida emenda com amarrações de fios ou dispositivos de solda a estanho.

Para condutores de alumínio somente poderão ser utilizados conectores específicos para cabos de alumínio, em conjunto com massa apropriada.

### *21.10.20* CABOS

*- Cabos nus de alumínio sem alma de aço – CA*

Formados por 7 fios de alumínio 1350, na têmpera H19, fabricados e ensaiados de acordo com as prescrições da NBR 7271.

As bitolas serão de acordo com as indicações do projeto.

*- Cabos de média tensão isolados em /EPR*

Condutores de cobre estanhado, têmpera mole, encordoamento classe 2, compactados, nas bitolas indicadas, singelos, isolados com composto termofixo à base de borracha Etileno-Propileno (EPR) com cobertura em composto termoplástico à base de cloreto de polivinila antichama (PVC), classe de tensão indicada no projeto, classe de temperatura 90°C, fabricados de acordo com as normas NBR 7286, NBR 6251 e NBR 6880 da ABNT.

Deverão possuir blindagem da isolação em fita semi-condutora, e blindagem metálica em fios de cobre nu, têmpera mole, curto-circuitados por uma fita de cobre nu aplicada em hélice aberta sobre os mesmos.

*Cabos de Cobre Nú*

Cabos constituídos por fios de cobre eletrolítico, encordoamento, classe 2A, têmpera meio dura, sem oxidações, fabricados e ensaiados de acordo com as prescrições da NBR 5111, NBR 6524 e NBR 7575.

As bitolas serão de acordo com as indicações do projeto.

### *21.10.21* MUFLAS TERMINAIS

Poderão ser empregadas muflas terminais do tipocontráteis ou termocontráteis, de acordo com a especificação do projeto.

As muflas terminais deverão ser compatíveis com as características do sistema elétrico e dos condutores em que serão instaladas, especialmente no que se refere aos seguintes pontos:

- Classe de tensão e tensão de operação do sistema;
- Material, seção e tipo do isolamento do condutor;
- Forma de fixação e conexão;
- Uso externo.

Todas as muflas terminais para cabos de média tensão deverão ser providas de terminais para aterramento da blindagem dos condutores.

### *21.10.22* HASTE DE ATERRAMENTO

Com núcleo de aço carbono SAE 1010/1020, revestida com camada de cobre eletrolítico com espessura mínima de 0,25 mm, isenta de impureza e rebarbas, em peças de 3,0 m de comprimento.

### *21.10.23* POSTES DE AÇO

Postes retos de aço, com diâmetro nominal de 4" (114 mm) no topo, fabricados em tubos de aço SAE 1020, altura nominal fora do solo conforme projeto, seções cilíndricas de diâmetros variados, janela de inspeção com chassi embutido para um ou mais fusíveis e terminal, com tampa de encaixe fixada por parafusos. Acabamento zincado a fogo. Sem base de fixação.

### *21.10.24* SENSOR DE PRESENÇA

Sensor de movimento instalado conforme detalhado em projeto, para detectar presença de pessoas não autorizadas. O sinal será enviado ao CLP que disparará um alarme sonoro no local e enviará sinal ao Controle Central.

Características:

- Tipo infravermelho de sobrepor;
- Operação em 24 Vcc;
- Potência de interrupção mínima 600 W;
- Contato tipo NA;
- Com ajuste de luminosidade e temporizador.

### *21.10.25* INVERSORES DE FREQUÊNCIA

Os inversores de freqüência deverão ter capacidade para partida de motores conforme o projeto para potência nominal em 380V, número de pólos conforme projeto mecânico, serão instalados individualmente ou em conjunto em gabinetes metálicos com ventilação forçada, operando individualmente segundo lógica operacional de Controlador Lógico Programável - CLP, e terão as seguintes característica:

- Potência nominal em serviço contínuo: para acionamento de conjunto bombas dosadoras e bombas centrífugas;
- Tensão de operação: 380 V;
- Montagem: em armário próprio contendo todas as proteções e chaves de manobras;
- Resfriamento: forçado com ventilação própria;
- Freqüência nominal: 60 Hz

Os inversores deverão ter as seguintes características:

- Tipo.......................................................................................PWM senoidal;
- Controle ........................................................ microprocessado, full-software;
- Memória do usuário..................................................................ram não volátil;
- Unidade de Potência ..................................................................transistorizada
- Freqüência da portadora ............................................................. 3 kHz (min.);
- Faixa de freqüência.......................................................................1,5 - 400 Hz;
- Precisão da freqüência ..................................................................0,01%;
- Tempos de ACEL/DECEL .................0,1 a 6.000s, com ajustes independente;

- Sentido de operação........................................................................bidirecional;
- Torque de frenagem...............................................................até 20% de torque;
- Programação, Operação Monitoração de falhas através do operador digital incorporado ao inversor, contendo display alfanumérico e comando para programação e operação

O inversor deverá possuir as seguintes proteções:

- Limitação de corrente na aceleração em regime com ajustes independentes;
- Limitação de tensão na desaceleração;
- Sobrecorrente e fuga a terra;
- Sobrecarga do motor;
- Sobrecarga no inversor;
- Subtensão na entrada;
- Sobretensão na entrada;
- Queima de fusível cc;
- Sobretemperatura no módulo de freqüência;
- Sobretorque;
- Falha externa;
- Falha na memória NV - RAM;
- Falha de endereçamento;
- Erro de programação.

O inversor deverá conter as seguintes funções selecionáveis (no mínimo):

- Limitação da corrente durante a aceleração e em operação independentes;
- Freqüência máxima e mínima de operação;
- Duas rampas de ACEL/DECEL;
- Frenagem por injeção de corrente contínua;
- Busca de velocidade para operação de by-pass automático;
- Comando para economia de energia;
- 04 contatos de entrada multifunção;
- 02 saídas open-colector multifunção;
- 01 entrada analógica 4-20 mA;
- 01 saída analógica 4-20mA;
- Referência de Jog ajustável até a freqüência máxima;
- Operação com até 9 pontos de velocidade pré-fixados.

Para controle de rotação externo deverão ser instalados IHM’s nas portas dos painéis.

### *21.10.26* MEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O medidor de grandezas elétricas, indicado é um transdutor digital de painel deverá medir no mínimo as grandezas elétricas tais como: potência ativa, potência reativa, corrente por fase, tensão por fase, fator de potência e freqüência. Deverá ser equipado com display de LED 3x4 dígitos de alta luminosidade. O equipamento deverá possuir comunicação RS 485 e duas saídas digitais.

O circuito de medição deverá medir correntes de até 5 A e tensões de 500 V Fase-fase, numa freqüência de até 400 Hz. Sua alimentação deverá ser para 220 Vca para instalação em um ambiente com temperaturas acima de 40 °C.

A fixação deverá ser através de grampos laterais na porta do painel. O alojamento deverá ser em termoplástico.

### *21.10.27* DISJUNTOR GERAL ISOLADO A GÁS SF6

Deverá possuir os contatos rotativos no interior de compartimento selado e isolado com gás SF6 a pressão relativa de 0,5 bar. O acionamento deverá ser simultâneo nos três pólos e o mecanismo de operação será motorizado.

O disjuntor será para instalação interna, abrigados, temperatura ambiente de 40°C, para montagem no interior de painel metálico fixo.

Os mecanismos de rotação deverão se dar independentemente do operador, e deverão possuir um intertravamento natural que impeça a operação indevida.

O disjuntor será construído de forma a operar com sistema de proteção totalmente autônomo, sem a necessidade de alimentação auxiliar, composto de um jogo de sensores de corrente instalado na base dos pólos e uma unidade de proteção eletrônica incorporada no corpo do disjuntor e terão as seguintes características:

- Tensão nominal: ........................................................................ 23 kV.
- Tensão máxima de operação: ................................................... 24 kV.
- Nível de isolação de impulso (1,2 / 50 µs): .......................................... 125 kV.
- Freqüência: ................................................................................ 60 Hz.
- Corrente suportável de curta duração (kA rms - 3 seg.)......................... 16 kA.
- Corrente nominal:...................................................................... 630 A.
- Capacidade de interrupção em 24 kV:.................................................... 16 kA.
- Seqüência de operação: .....................................O – 3min – CO – 3 min – CO.
- Contatos auxiliares ........................................................................5NA + 6NF.
- Instalação:................................................................... interna / abrigada.
- Isolação:..........................................................................................a gás SF6.
- Relé de proteção: ....................... microprocessado tipo VIP200 com Inc = 125.
- Motorização 220 Vca: ............................................................para disjuntores.
- Sensores de corrente:.......................................................tipo CSb ou similar.
- Norma:.....................................................................................IEC 256

Inspeção e Ensaios:

O equipamento terá sua fabricação inspecionada pelo CONTRATANTE ou por firma por ela credenciada, devendo todos os testes serem presenciados pelo inspetor, o que todavia não diminui a total responsabilidade do fabricante. Este deverá notificar ao cliente, em endereço previamente estabelecido, com 20 dias de antecedência, a data da inspeção e dos testes.

Documentos a Serem Entregues Após o Contrato:

Os documentos a serem apresentados pelo fornecedor após a autorização de fornecimento deverão atender aos requisitos gerais estabelecidos nesta especificação.

Devem ser fornecidos após o contrato, os seguintes documentos técnicos:

- Desenhos dimensionais, para aprovação;
- Desenho de corte com a indicação dos materiais de construção;
- Certificados de materiais;
- Certificados de testes não destrutivos e destrutivos;
- Desenhos dimensionais definitivos;
- Desenhos em corte, com a indicação das peças componentes;
- Relação de peças com códigos, referências e fabricantes;
- Manuais de teste de cada equipamento e
- Relatórios de teste de cada equipamento.

Manuais

O manual de montagens, bem como o manual de operações e manutenção deverá ser completo e definir perfeitamente as fases de montagem, de operação, bem como os processos e métodos de manutenção e reparo dos equipamentos, tendo em vista sempre a segurança completa do pessoal e o bom desempenho do equipamento.

Assistência Técnica

O fornecedor deverá possuir estrutura para garantir, em caso de necessidade, reposição de peças, acessórios e demais serviços de assistência técnica.

Embalagem

Deverá ser de inteira responsabilidade do fornecedor, apropriada para transporte rodoviário, adequada para evitar danos e para resistir o manuseio, içamento, carga e descarga. Deverá ser adequadamente envolvido em material impermeável, engradado com madeira de boa qualidade e com tábuas de espessura e largura compatíveis com o peso do equipamento. Mesmo com a proteção da embalagem, deverá ser transportado com proteção de lona impermeável e, se armazenado, em ambiente abrigado.

Garantia

O fornecedor deverá garantir em sua proposta o conserto e/ou substituição, sob suas expensas, de todo o equipamento em que se constatar defeitos de fabricação ou de material, dentro do prazo de 12 (doze) meses a partir da data de entrada em operação normal do equipamento, ou 18 (dezoito) meses a partir da entrega.

### *21.10.28* CAIXAS DE PASSAGENS SUBTERRÂNEAS

Em alvenaria ou concreto, com fundo autodrenante e tampa de concreto com alças não salientes, com entradas laterais para eletrodutos, rebocadas internamente e impermeabilizadas.

Todas as caixas deverão se enterradas a uma profundidade mínima de 40 cm do nível do terreno.

As dimensões e características específicas deverão ser de acordo com as indicações do projeto.

### *21.10.29* CAIXA DE MEDIÇÃO

Executada com chapas de aço carbono bitola 14 USG, com dimensões conforme RIC da Concessionária local, com pintura de alta resistência em epóxi ou similar na cor cinza, tonalidade clara. A porta frontal, equipada com visor de vidro transparente 4 mm, trinco com chave mestra e dispositivo para lacre, deverá possuir vedação através de perfil de borracha apropriado. Deverá ser própria para instalação aparente.

### *21.10.30* TRANSFORMADOR DE FORÇA

A presente especificação técnica tem por objetivo a descrição dos requisitos mínimos exigidos para o fornecimento, projeto, fabricação e teste do transformador de força isolado a óleo, a ser instalado na Subestação Transformadora da ETE Santa Rosa.

Deverá ser seguida a norma NBR 5356/81 e documento de referência CEEE ETD 001 e constituídos de tanque e tampa em chapa metálica de aço carbono laminados à quente conforme norma NBR 6650 e 6653.

Características Construtivas:

O transformador deverá ser isolados a óleo, prever suportabilidade para pleno vácuo, possuir meio de locomoção através de rodas bidirecionais e aberturas para inspeção.

As juntas de vedação deverão ser constituídas de elastômeros resistentes a ação do óleo aquecido à temperatura de 105°C, à ação da umidade e dos raios solares.

O núcleo deverá ser constituído de chapas finas aço-silício, com excelentes características de magnetização e poucas perdas, devendo receber durante a sua fabricação tratamento adequado à orientação de seus grãos.

Os enrolamentos primários e secundários deverão ser constituídos de cobre eletrolítico, isolados com papel ou esmalte e de seção circular ou retangular.

Somente serão aceitos nos transformadores líquidos isolantes tipo óleos minerais parafínicos, para tensões iguais ou inferiores a 36,2 kV, e os óleos minerais naftênicos, para tensões superiores a 36,2 kV.

O comutador de derivação sem tensão deverá ser instalado preferencialmente próximo à placa de identificação e em posição acessível ao operador. O comutador deve ter

indicações externas de posição e dispor de meios que permitam o seu travamento em qualquer posição com o emprego de cadeado.

O transformador imerso em óleo deverá ser fornecido, no mínimo, com os seguintes acessórios:

- apoio para macaco
- indicador externo do nível de óleo;
- placa de identificação;
- aterramento do tanque;
- ganchos para suspensão do tanque;
- válvula de drenagem do óleo;
- ligação para filtro prensa;
- comutador de derivação sem tensão.

Características Técnicas:

- Potência Nominal AN: ..............................................................Conf. indicação de projeto
- Tensão Primária: .................................................................................................. 15,0 kV
- Ligação:.................................................................................................... Triângulo
- Derivações:..........................................................13.800/13.336/12.701/12.066/11.431 V
- Tensão no Secundário .............................................................................380/220 V
- Freqüência:.................................................................................................. 60 Hz
- Grupo de Ligações (ABNT):........................................................................... Dyn1 (essas ligações deverão ser as mesmas, garantindo o mesmo deslocamento angular)
- Tipo Construtivo: ............................................................................................ Seco
- Instalação:.............................................................................................Externa
- Meio isolante:.........................................................................óleo mineral parafínico
- Natureza do Resfriamento:.......................................................................... A (Ar)
- Natureza da circulação: .............................................................................N (Natural)
- Número de fases:................................................................3 (com neutro acessível)
- Nível de impulso: ........................................................................................ 115 KV
- Ligação:.................................................................................................... Triângulo

Enrolamento de Tensão Inferior:

- Tensão Nominal:.....................................................................................380/220 V
- Impedância percentual a 115º C: .....................................................máximo de 6%. Rendimento:...............................................................mínimo de 98,2% para 100% de carga com F=1 com base em nas tensões nominais.
- Bornes de ligação de comando:.....................................em caixa metálica na parte inferior

Os proponentes deverão informar as seguintes características de seu equipamento:

- Peso (kg)
- Dimensões aproximadas (mm)
- Perdas a vazio (W)
- Perdas totais a 115ºC (W)
- Corrente de excitação percentual (%)

<u>Ensaios</u>

Os ensaios deverão ser realizados nos transformadores, conforme Norma NBR 10295, com acompanhamento, através da CORSAN ou por órgão por ela designado.

- Ensaios de Rotina
- Resistência elétrica dos enrolamentos
- Resistência do isolamento
- Relação de tensões
- Deslocamento angular e Seqüência de fases
- Polaridade
- Tensão suportável nominal à freqüência industrial (aplicada na AT e BT)
- Tensão induzida
- Perdas ( em vazio e em carga )
- Impedância percentual de Curto Circuito
- Corrente de excitação
- Verificação do funcionamento dos acessórios (comutador de derivações sem tensão)

<u>Ensaios de tipo</u>

Deverão ser realizados, no mínimo, os ensaios de tipo abaixo, sem ônus para o DMAE e seus custos, na proposta, deverão ser informados em separado:

- Elevação de temperatura
- Tensão suportável nominal ao impulso atmosférico
- Nível de ruído
- Descargas parciais

Obs.: O fornecedor deverá enviar cópia certificada dos seguintes ensaios, já realizados, em unidades com as mesmas características e técnicas de fabricação:

- Elevação de temperatura
- Impulso atmosférico
- Descargas parciais
- Nível de ruído

- Curto Circuito

Sistema de pintura

Preparação da superfície: O transformador deverá ser tratado interna e externamente com jateamento abrasivo ao metal quase branco padrão visual As 2.1/2 da SIS 05-5900.

Pintura Interna para Tanque: O tanque do transformador deverá ser tratado internamente com uma demão com tinta epóxi óxido de ferro com espessura de mínima da película seca de 25 micrometros, recebendo uma demão de poliuretano alifático branco com espessura mínima da película seca de 30 micrometros, que não contamina e não seja contaminada pelo líquido isolante.

Pintura Interna para Radiadores: O radiadore do transformador deverá receber uma demão de tinta éster epóxi com espessura mínima da película seca de 30 micrometros que não contamina e não seja contaminada pelo líquido isolante.

Pintura Externa para Transformadores: O transformadore deverá ser pintado com uma demão de tinta primer epóxi óxido de ferro com espessura mínima da película seca de 70 micrometros, recebendo em seguida duas demãos de poliuretano alifático com espessura da película seca de no mínimo 30 micrometros por demão, na cor cinza claro.

Documentação técnica com a proposta:

Croqui com dimensionais, esquema do circuito de proteção térmica com dados dos sensores e relê, plano de pintura, protocolos de ensaios em máquinas de mesmas características, conforme solicitado no item Ensaios, no mínimo dois (2) atestados de fornecimento de equipamentos de potência igual ou superior ao exigido nesta especificação, “data-sheet” no padrão do fabricante, com as especificações, características e demais informações, conforme solicitado. Deverão ser anexados Catálogos Técnicos dos Transformadores.

Documentação técnica para aprovação:

Após no máximo 40 dias, o fornecedor deverá encaminhar para aprovação os seguintes documentos:

- Dimensional
- Placa de identificação e diagramática
- Circuitos de proteção (esquema)
- Data-sheet no padrão do fabricante

Documentos Certificados na entrega e liberação dos equipamentos

Após a liberação do transformador pelo DMAE ou representante, o fornecedor deverá entregar, além dos documentos acima:

- Protocolos de ensaios

- Manual de Operação e Manutenção
- Certificado de garantia ( Mínimo de um (1) ano)
- Data-sheet no padrão do fabricante, com as características e informações dos ensaios, mais as características técnicas e construtivas.

Assistência Técnica

O fornecedor do transformador deverá possuir estrutura para garantir, em caso de necessidade, reposição de peças, acessórios e demais serviços de assistência técnica.

Embalagem

Deverá ser de inteira responsabilidade do fornecedor, apropriada para transporte rodoviário, adequada para evitar danos e para resistir o manuseio, içamento, carga e descarga. Os transformadores deverão ser adequadamente envolvidos em material impermeável, engradados com madeira de boa qualidade e com tábuas de espessura e largura compatíveis com o peso do equipamento. Mesmo com a proteção da embalagem, deverá ser transportado com proteção de lona impermeável e, se armazenado, em ambiente abrigado.

Garantia

O fornecedor deverá garantir em sua proposta o conserto e/ou substituição, sob suas expensas, de todo o equipamento em que se constatar defeitos de fabricação ou de material, dentro do prazo de 12 (doze) meses a partir da data de entrada em operação normal do equipamento, ou 18 (dezoito) meses a partir da entrega.

### *21.10.31* PÁRA-RAIO DE MÉDIA TENSÃO

Tipo resistor não linear, corrente de ruptura nominal 10 kA, tensão nominal 12 kV para sistemas com classe de tensão 15 kV, equipados com desligador automático e com ferragem reforçada para fixação, fabricados de acordo com a NBR 5287 da ABNT e o padrão PM-6-8 da CEEE.

- Tensão nominal: .......... 21 kV
- Freqüência: .......... 60 Hz
- Corrente nominal de descarga: .......... 10 kA
- Tensão disruptiva sob frente de onda: .......... 100 kV
- Tensão residual máxima sob corrente nominal de descarga: .......... 83 kV
- Isolador: .......... polimérico

### *21.10.32* CHAVES FUSIVEIS DE MÉDIA TENSÃO

Tipo distribuição, classe de tensão 15 kV e corrente nominal 300 A, capacidade de interrupção assimétrica mínima 7,2 kA, uso ao tempo, base "C", equipadas com ferragens reforçadas para fixação em cruzeta. Deverão ser equipadas com elos fusíveis de corrente nominal de acordo com a indicação do projeto e possuir as seguintes características:

- Tensão nominal: ........................................................................ 15 kV
- Freqüência: ............................................................................ 60 Hz
- Corrente nominal: ...................................................................... 300kA
- Corrente de interrupção simétrica: .................................................... 8 kA
- Nível de isolamento sob freqüência industrial: ........................................ 42 kV
- Nível de isolamento sob impulso atmosférico: .......................................... 125 kV
- Isolador: .............................................................................. porcelana

Deverão ser equipadas com elos fusíveis de corrente nominal de acordo com a indicação do projeto.

### *21.10.33* CHAVES SECCIONADORA DE MÉDIA TENSÃO

Tripolar, para manobra a vazio simultânea nas 03 fases, para instalação interna, classe de tensão 15 kV, corrente nominal mínima 400 A, com comando manual através de alavanca de manobra reversível e dispositivo de bloqueio por cadeado.

Todas as chaves seccionadoras deverão ser equipadas com chaves fim-de-curso para intertravamento elétrico, com no mínimo 01 (um) contato NA e 01 (um) contato NF.

Quando indicado no projeto, deverão ser equipadas com base para fusíveis de alta capacidade de ruptura, tipo HH, classe de tensão compatível com a da chave. As bases fusíveis deverão estar incorporadas à chave, sob as facas seccionadoras, de modo que os fusíveis sejam completamente desenergizados com a abertura da chave.

Quando indicado no projeto, deverão ser equipadas com dispositivo de abertura e fechamento eletromecânico motorizado, que permita o acionamento remoto da chave.

### *21.10.34* POSTE DE CONCRETO

De concreto armado tubular tronco-cônicos, comprimento conforme indicado em projeto, fabricados de acordo com a NBR 8451 e NBR 8452 da ABNT.

### *21.10.35* CRUZETAS

Em madeira de lei, isentas de empenos e farpas, tratadas com solução de pentaclorofenol, nas dimensões indicadas em projeto.

### *21.10.36* ISOLADOR TIPO PINO

De porcelana vidrada cor marrom classe 15 kV conforme o projeto, fabricados de acordo com as normas NBR 5032 e NBR 7110 da ABNT, e dos padrões PM-4-3 (porcelana) e PM-4-6 (vidro temperado) da CEEE.

### *21.10.37* ISOLADOR DE DISCO

De porcelana vidrada na cor marrom, tensão nominal 7,5 kV, fabricados de acordo com a NBR 7109, com ferragens de acordo com as normas NBR 7107 e NBR 7108 da ABNT. Deverão respeitar o padrão PM-4-2 e a especificação ETD-009 da CEEE.

### *21.10.38* ISOLADOR PEDESTAL

Fabricados em resina epóxi, na cor marrom ou vermelha, alta resistência a compressão e ao arco elétrico, tensão nominal indicada no projeto, fabricados de acordo com as normas da ABNT.

### *21.10.39* FERRAGENS

Parafusos:

Os parafusos serão em aço carbono galvanizado a fogo, com porcas de cabeça quadrada e arruelas quadradas de chapa de aço galvanizado, ruptura mínima de 32 kN para Ø 12 mm e 56 kN para Ø 16 mm.

Pinos de Cruzeta:

Pino de cruzeta para isolador de 15 kV, em aço carbono galvanizado à fogo, rosca de chumbo Ø 35 mm, padrão ABNT, com uma porca e uma arruela quadrada Ø 19 mm em aço galvanizado. Em ensaio mecânico com pino perfeitamente engastado e uma força horizontal de 2 kN, a flecha permanente máxima no ponto de aplicação não deverá exceder 1 mm.

Mão Francesa:

Mão francesa em aço carbono galvanizado à fogo, tipo normal em barra de seção 32 x 6 mm ou em "V" em cantoneira de 45 x 45 x 5 mm, conforme padrão da Concessionária.

Cintas:

As cintas para fixação das cruzetas aos postes, serão em chapa de aço carbono galvanizadas à fogo, equipadas com dois parafusos de cabeça abaulada e porcas quadradas, dimensões Ø 16 x 70 mm.

Materiais Complementares:

Deverão ser resistente e duráveis, sem amassamentos ou danos na superfície que prejudiquem a sua durabilidade ou sua condutividade elétrica, bem como seu isolamento e tratamento anticorrosivo.

Quando possuírem roscas estas deverão estar em perfeito estado de conservação, devendo ser rejeitadas aquelas peças que possuírem algum fio cortado ou danificado.

Todos os materiais não constantes desta especificação deverão ser de primeira qualidade e fornecidos por fabricantes idôneos com reconhecido conceito no mercado.

### *21.10.40* PROTETORES DE SURTOS (GERAL)

Protetores de surtos utilizados na entradas do Painel do CLP deverão possuir as seguintes características:

- Tensão nominal: ........................................................................230 Vac;
- Descarga nominal: ....................................................15 kA para onda 8/20 us;

- Descarga máxima: .................................................40 kA para onda 8/20 us;
- Nível de proteção:.................................................................... 1,5 kV;
- Tempo de resposta:.................................................................. < 25 ns;
- Fusível Maximo na entrada dos painéis: ................................................ 10 A
- Norma:.........................................................................DIN VDE 0675.

Protetores de surtos utilizados nos Cabos de saída para antenas deverão Tipo centelhador de gás com as seguintes características:

- Potência de transmissão:........................................................ 400 W;
- Intensidade de descarga:.................................................. 5 kA (8/20);
- Freqüência de transmissão:............................................................ 2,5 GHz;
- Atenuação:.....................................................até 2,5 GHz - < 0,8 dB;
- Tempo de resposta:...................................................................100 ns.

### *21.10.41* SOLDA EXOTÉRMICA

Solda exotérmica para conexão de cabos de cobre, seção 5mm², instalação embutida no solo.

### *21.10.42* SUPORTE ISOLADO REFORÇADO

Suporte guia reforçado em latão, para aparafusar na alvenaria, com dois furos e isolador para passagem dos cabos. Bitola Ø 5/16".

### *21.10.43* MEDIDOR DE GRANDEZAS ELÉTRICAS

O medidor de grandezas elétricas, indicado é um transdutor digital de painel deverá medir no mínimo as grandezas elétricas tais como: potência ativa, potência reativa, corrente por fase, tensão por fase, fator de potência e freqüência. Deverá ser equipado com display de LED 3x4 dígitos de alta luminosidade e comunicação via RS

O circuito de medição deverá medir correntes de até 5 A e tensões de 500 V Fase-fase, numa freqüência de até 400 Hz. Sua alimentação deverá ser para 220 Vca para instalação em um ambiente com temperaturas acima de 40 °C.

A fixação deverá ser através de grampos laterais na porta do painel. O alojamento deverá ser em termoplástico.

### *21.10.44* DISJUNTOR GERAL ISOLADO A GÁS SF6

Deverá possuir os contatos rotativos no interior de compartimento selado e isolado com gás SF6 a pressão relativa de 0,5 bar. O acionamento deverá ser simultâneo nos três pólos e o mecanismo de operação será motorizado.

O disjuntor será para instalação interna, abrigados, temperatura ambiente de 40°C, para montagem no interior de painel metálico fixo.

Os mecanismos de rotação deverão se dar independentemente do operador, e deverão possuir um intertravamento natural que impeça a operação indevida.

O disjuntor será construído de forma a operar com sistema de proteção totalmente autônomo, sem a necessidade de alimentação auxiliar, composto de um jogo de sensores de corrente instalado na base dos pólos e uma unidade de proteção eletrônica incorporada no corpo do disjuntor e terão as seguintes características:

Tensão nominal:........................................................................23 kV
Tensão máxima de operação:......................................................24 kV
Nível de isolação de impulso (1,2 / 50 μs): ...............................125 kV
Freqüência:.....................................................................................60 Hz
Corrente suportável de curta duração (kA rms - 3 seg.) ..............16 kA
Corrente nominal: .........................................................................630 A
Capacidade de interrupção em 24 kV: .........................................16 kA
Seqüência de operação:.......................... O – 3min – CO – 3 min – CO
Contatos auxiliares..............................................................5NA + 6NF
Instalação: .................................................................interna / abrigada
Tipo de isolação: ................................................................. a gás SF6
Montagem do mecanismo de operação:..............................na esquerda
Relé de proteção:............microprocessado tipo VIP200 com Inc = 125 ou similar
Motorização 220 Vca:...................................................para disjuntores
Sensores de corrente: ..............................................tipo CSb ou similar
Norma: ........................................................................................IEC 256

Inspeção e Ensaios

O equipamento terá sua fabricação inspecionada pelo CONTRATANTE ou por firma por ela credenciada, devendo todos os testes serem presenciados pelo inspetor, o que todavia não diminui a total responsabilidade do fabricante. Este deverá notificar ao cliente, em endereço previamente estabelecido, com 20 dias de antecedência, a data da inspeção e dos testes.

Documentos a Serem Entregues Após o Contrato

Os documentos a serem apresentados pelo fornecedor após a autorização de fornecimento deverão atender aos requisitos gerais estabelecidos nesta especificação.

Devem ser fornecidos após o contrato, os seguintes documentos técnicos:

Desenhos dimensionais, para aprovação;

- Desenho de corte com a indicação dos materiais de construção;
- Certificados de materiais;
- Certificados de testes não destrutivos e destrutivos;
- Desenhos dimensionais definitivos;
- Desenhos em corte, com a indicação das peças componentes;
- Relação de peças com códigos, referências e fabricantes;

- Manuais de teste de cada equipamento.
- Relatórios de teste de cada equipamento.

Manuais

O manual de montagens, bem como o manual de operações e manutenção deverá ser completo e definir perfeitamente as fases de montagem, de operação, bem como os processos e métodos de manutenção e reparo dos equipamentos, tendo em vista sempre a segurança completa do pessoal e o bom desempenho do equipamento.

Assistência Técnica

O fornecedor deverá possuir estrutura para garantir, em caso de necessidade, reposição de peças, acessórios e demais serviços de assistência técnica.

Embalagem

Deverá ser de inteira responsabilidade do fornecedor, apropriada para transporte rodoviário, adequada para evitar danos e para resistir o manuseio, içamento, carga e descarga. Deverá ser adequadamente envolvido em material impermeável, engradado com madeira de boa qualidade e com tábuas de espessura e largura compatíveis com o peso do equipamento. Mesmo com a proteção da embalagem, deverá ser transportado com proteção de lona impermeável e, se armazenado, em ambiente abrigado.

Garantia

O fornecedor deverá garantir em sua proposta o conserto e/ou substituição, sob suas expensas, de todo o equipamento em que se constatar defeitos de fabricação ou de material, dentro do prazo de 12 (doze) meses a partir da data de entrada em operação normal do equipamento, ou 18 (dezoito) meses a partir da entrega.

## *22 URBANIZAÇÃO / CORTINA VEGETAL*

### *22.1 URBANIZAÇÃO*

Os serviços de urbanização da ETE Serraria, serão executados em conformidade com os projetos, normas da ABNT pertinentes e determinação da ***Supervisão***, levando-se em conta a programação das fases de execução de outros serviços.

A urbanização deverá obedecer, no que couber, às especificações constantes no Caderno de Encargos da Prefeitura Municipal, Volume 5, item 16.

As atividades de urbanização, que envolvem transplante, plantio de espécies vegetais, árvores, arbustos e gramíneas, deverá ser executada por empresa de paisagismo habilitada.

A urbanização consistirá do plantio de grama e arbustos ornamentais nas áreas verdes, da execução de passeios em basalto serrado, vias de circulação em asfalto e meios fios nas vias de circulação, de modo a possibilitar a perfeita segurança dos operadores e circulação para acompanhamento operacional das unidades e do processo. Para tanto deverão ser previstos os seguintes serviços:

### *22.1.1* MURO PADRÃO DMAE – CONCRETO Nº 6A

Nas divisas laterais e no fundo da área de implantação da ETE, deverão ser construídos muros padrão DMAE n° 6A.

O muro padrão DMAE n° 6A, em pré-moldado de concreto, será construído em placas cegas de concreto pré-moldado monolítico, com modulação 300 cm largura x 225 cm altura x 15 cm espessura. As placas monolíticas são montadas, conforme orientação do fabricante. Serão apoiadas sobre viga de concreto armado, seção de 30x30 cm e altura máxima de 75cm, variável em função do desnível do terreno e da altura total do muro. O sistema construtivo do muro fará uso de micro-estacas para a fixação e sustentação dos muros.

Os postes (moirões) retos sem pescoço serão assentados em blocos de concreto magro, seção 30 x 30 cm, variando a profundidade com a altura do muro. Por exemplo, para 3m de muro tem-se uma profundidade de 60cm. O poste será alinhado por sua face externa, ficando voltado para a parte interna do terreno.

A altura final do muro será de 3,00m. O fabricante das placas pré-moldadas deverá fornecer o projeto estrutural executivo dos referidos muros.

### *22.1.2* MURO GRADIL PADRÃO DMAE Nº 4A – PRÉ- FABRICADO EM CONCRETO

No alinhamento junto a Estrada de Acesso deverá ser construído um muro tipo gradil, padrão DMAE nº 4A.

Semelhante ao Muro Padrão DMAE nº 6A, com a diferença que as placas são vazadas e não cegas.

A altura final do gradil será de 3,00m. O fabricante dos gradil pré-moldados deverá fornecer o projeto estrutural executivo dos referidos muros. O sistema construtivo do muro fará uso de micro-estacas para a fixação e sustentação dos muros.

### *22.1.3* PORTÃO PADRÃO Nº 4 – TSC (ESPECIAL)

O portão padrão de correr nº 4 é utilizado para acesso conjugado de veículos/ pedestres, e localizado no alinhamento da Estrada de Acesso, conforme detalhe de projeto. A altura será 2,90 m e comprimento 4,00 m.

Os materiais utilizados serão: puxador de barra maciça diâmetro 5/8”, tubo de ferro galvanizado 2” (para os quadros), roldana móvel de 13cm, cantoneira do portão 25x25mm, batente cantoneira 130x70x4mm e lingüeta com olhal porta cadeado, chapa de ferro

10x10x4mm, guia de suporte com parafusos 5/8”, chapa de ferro 5mm e ponteiras cônicas 5/8” na parte superior. Deverá ser fornecido o cadeado padrão DMAE.

O portão será pintado com 2 demãos tinta acrílico alifático na cor grafite escuro e fundo anti-corrosivo.

### *22.1.4* TERRA VEGETAL

Antes do enleivamento das áreas indicadas no projeto, deverá ser executada uma camada de terra vegetal de 20 cm.

A terra vegetal para o plantio de grama será uniforme e de boa qualidade, destorroada e, se necessário, estocada em local designado pela ***Supervisão***.

O terreno que receberá a vegetação deverá ser limpo de todo material que possa prejudicar as plantas, removendo-se tocos, materiais não degradáveis e outros.

Entulhos e pedras serão removidos ou cobertos com uma camada de terra vegetal de, no mínimo, 10 cm de espessura, considerando-se que a conformação do terreno seja mantida.

### *22.1.5* ÁRVORES ORNAMENTAIS

Nos canteiros internos do pátio da área da ETE e para a cortina vegetal, conforme indicado no Projeto Arquitetônico, serão plantadas árvores frutíferas, árvores nativas e arbustos ornamentais (tamanho mínimo 3,00 cm), em bom estado fitossanitário.

Será executado com de mudas que deverão ser fornecidas juntamente com terra vegetal, quando houver necessidade de substituição do solo, conforme projeto ou determinação da ***Supervisão***.

Depois do solo pronto, deverão ser abertas as covas. O tamanho para o plantio de arbustos é de 40 cm de largura por 40 cm de comprimento e 50 cm de profundidade.

A terra retirada da cova, será usada para fazer a mistura que cobrirá a cova. Faz-se uma mistura da terra com adubo orgânico na proporção de duas partes de solo para cada parte de adubo orgânico. A essa mistura acrescenta-se o adubo químico constituído de fósforo e potássio.

No plantio de arbustos e folhagens, serão adotados os mesmos procedimentos e os mesmos cuidados que para o plantio de árvores, iniciando-se a irrigação logo após o plantio.

Nesses casos, a critério da ***Supervisão***, poderá ser dispensado o tutor, recomendado para as mudas de folhagens.

A ***Contratada*** será responsável pela recuperação do plantio, no todo ou em parte, até o recebimento definitivo da obra, a contar do término do plantio, às suas expensas.

No plantio de arbustos e folhagens, serão adotados os mesmos procedimentos e os mesmos cuidados que para o plantio de árvores, iniciando-se a irrigação logo após o plantio.

Nesses casos, a critério da ***Supervisão***, poderá ser dispensado o tutor, recomendado para as mudas de árvores.

### *22.1.6* LEIVA EM PLACA

Junto as áreas de aterro serão executados enleivamentos com grama plantada em placas. Todo o plantio deverá ser efetuado em terreno preparado e adubado, em profundidade adequada à espécie utilizada. As leivas de grama serão verificadas, pela ***Supervisão***, quanto à sua sanidade, formação e possíveis danos sofridos no transporte. Serão rejeitadas aquelas que não apresentarem os requisitos necessários para o plantio.

### *22.1.7* GRAMA SEMEADURA

Para a proteção dos taludes de divisa do terreno da área da ETE, será plantado grama com o sistema de hidrossemeadura. A Proteção do talude é feita pela colocação de reforço, que uma grelha de polietileno e efetuado o plantio da grama. A hidrossemadura é o lançamento das semente no talude em meio de aquoso, contendo nutrientes orgânicos e inorgânicos ( insumos) e elementos fixador (adesivo). Durante o crescimento da grama deverão ser feitas adubação de cobertura ou repasse de eventuais falhas, para garantir o completo fechamento da vegetação plantada.

### *22.1.8* PAVIMENTO ASFÁLTICO

Junto à Estrada de Acesso e nas vias de circulação internas a área da ETE serão executadas pavimentações com CBUQ (concreto betuminoso usinado a quente) e= 4 cm. com meio fio dos dois lados da pista de rolagem. Devendo ter declividade o suficiente para a drenagem de águas pluviais de forma a não permitir acúmulo de água no leito da via.

### *22.1.9* MEIO-FIOS DE CONCRETO

Os meios-fios serão em concreto pré-moldado com comprimento de 1,00 m. Deverão ser assentados nos locais indicados no projeto de urbanismo.

Deverão obedecer ao preceituado no Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre, volume 5, item 5.11.

Os meios-fios de concreto pré-moldados deverão atender, quanto aos materiais e métodos executivos empregados, as disposições da NBR - 5732, NBR - 5733, NBR 5735 e NBR - 5736.

Deverão atender, ainda, as seguintes condições de consumo mínimo de cimento de 300 kg/m³ e ter resistência à compressão simples de 25 MPa.

As faces aparentes deverão apresentar uma textura lisa e homogênea resultante do contato direto com as formas metálicas. Não serão aceitas peças com defeitos construtivos, lascadas, retocadas ou acabadas com trinchas e desempenadeiras.

### *22.1.10* DRENAGEM DA ÁREA

Esta especificação terá como complemento o Caderno de Encargos do Município de Porto Alegre, nos itens que couberem.

O projeto de drenagem de águas pluviais foi dimensionado de forma a não permitir acúmulo de água no leito da via, para isto serão executadas bocas de lobo e tubos de concreto armado para águas pluviais nos diâmetros necessários à perfeita drenagem da ETE

### *22.1.11* EXECUÇÃO DAS CAIXAS

As caixas de inspeção pluvial serão executadas com parede em alvenaria de tijolos maciços. No fundo será executada uma laje em concreto simples.

Sob o fundo das caixas de inspeção pluvial será colocado um lastro de apoio executado após a regularização do fundo da escavação. O lastro será com brita nº 2, apiloada, com espessura de 10 cm. Este lastro será estendido 15 cm além dos limites da estrutura que se assentará sobre ele.

Os tipos de caixas, as dimensões, materiais, detalhes, enchimentos e localização estão apresentados na planta do projeto de drenagem.

Todos os materiais utilizados deverão ser de boa qualidade. As caixas deverão ser executadas dentro da melhor técnica obedecendo às prescrições da ABNT.

A ***Supervisão*** se encarregará de aprovar os materiais utilizados.

As tampas serão com grelha metálica conforme indicado no projeto, inclusive quanto a dimensões.

### *22.1.12* BASALTO SERRADO

Todos elementos da unidade, incluindo caixas, elevatórias e prédios deverão ser circundados por um passeio em basalto serrado de 1,00 m de largura. O passeio também deverá ser construído nas principais rotas de acesso às unidades, de forma a evitar a necessidade de passagem na região gramada. Eventuais desníveis que não possam ocorrer deverão ser transpostos por degraus em basalto.

## *22.2 CORTINA VEGETAL*

A barreira vegetal tem como principal função a de servir como quebra-ventos, atuando como controladora de odores e tratamento paisagístico da área. Como exigido pela Fepam, a cortina vegetal deverá ter no mínimo 40 (quarenta) metros de comprimento, com espécies de grande, médio e pequeno porte.

A cortina deverá formar uma vegetação densa, com espécies nativas, e alturas variando de 6,00 a 25,00 metros, com espaçamentos variados de acordo com o tamanho de suas copas.

### *22.2.1* ESPÉCIES

Para a barreira vegetal deverão ser utilizadas as seguintes espécies:

**a) Pequeno porte:**

- Nome popular: Pitangueira
- Nome científico: Eugenia uniflora L.
- Altura : 6-12m

**b) Médio porte :**

- Nome popular: Ingá-beira-de-rio
- Nome científico: Ingá uruguensis
- Altura: 5-10m

e

- Nome popular: Corticeira
- Nome científico: Erythrina crista-galli L.
- Altura: 7m

A Corticeira deverá ser utilizada na zona de entrada da estação, formando uma alameda, e próxima à sede administrativa, por ser uma espécie mais atraente e decorativa, e com formato de copa umbelóide, gerando maior área de sombra. O Ingá deverá ficar restrito à barreira vegetal.

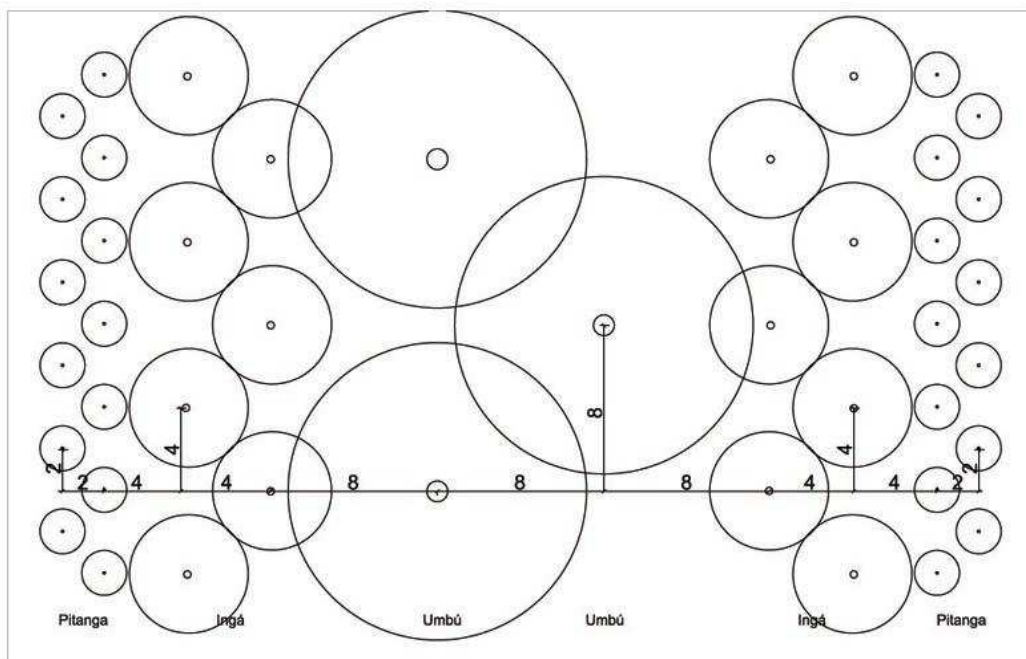
**c) Grande porte:**

- Nome popular: Umbú
- Nome científico: Phytolacca dioica
- Altura: 15-25m

### *22.2.2* ESPAÇAMENTOS

A barreira vegetal deverá ser configurada em 10 fileiras de árvores, com espaçamentos entre 2 e 8 metros, formando um total de 44 metros de largura.

O primeiro grupamento de duas fileiras deverá ser formado por árvores de pequeno porte (Pitanga), com espaçamento de 2 metros entre elas. O segundo grupo, também com duas filas de árvores de médio porte (Ingá-beira-de-rio) deverá ter 4 metros de espaçamento. O terceiro grupamento será constituído de árvores de porte grande (Umbú), com 8 metros de distância entre as árvores. No quarto, deveram ser usadas, novamente, duas fileiras de árvores de médio porte (Ingá-beira-de-rio) e no quinto duas de pequeno porte (Pitanga).

A figura a seguir ilustra a distribuição das arvores na cortina vegetal.

## *23 ENTREGA DA OBRA*

### *23.1 LIMPEZA DA OBRA*

Após o término da obra deverá ser realizada uma limpeza em todas as instalações da área interna e externa do prédio para sua utilização.

### *23.2 CADASTRO "AS BUILT"*

Após a conclusão dos trabalhos deverão ser entregues à ***Supervisão*** os seguintes elementos:

- Especificação, catálogos e/ou manuais de instalação, configuração e operação fornecidos pelos fabricantes de todos os equipamentos, instrumentos e materiais fornecidos.
- Manual do sistema contendo todos os procedimentos necessários para operação e manutenção.
- Planta atualizada com indicação de alteração de traçado, posicionamento e/ou detalhamento de montagem de equipamentos e materiais, diferentes do previsto no projeto *(**"AS BUILT"**).*
- Os documentos deverão ser fornecidos em 1(uma) cópia, em papel vegetal, além de todos os arquivos em CD/DVD.

- Todos os arquivos eletrônicos devem ser gerados por software atualizado e compatível com os softwares utilizados pelo DMAE.
- Os CD/DVD deverão ser identificados através de selo indicando o nome do projeto, empresa executante e data em que foram produzidos;

*. OBS.: O tamanho mínimo para todas as pranchas a serem apresentadas é o A3. Somente serão aceitos tamanhos de pranchas padronizados, sendo que todos os desenhos deverão seguir a Padronização de Desenhos e Cadastro de Obras em CAD do Departamento, a ser fornecida pelo DMAE, mediante solicitação.*

## *23.3 TESTES GERAIS*

Deverão ser testadas todas as instalações existentes no prédio para que as mesmas apresentem impecável desempenho quando da sua utilização. Qualquer problema encontrado deverá ser solucionado pela ***Contratada*** antes da entrega da obra.

Manuais de operação e manutenção de processo e de equipamentos. Todos equipamentos e unidades implantadas deverão ter seus manuais de operação e manutenção fornecidos ao DMAE.

Deverão ser incluídos os catálogos e documentos técnicos relevantes dos fabricantes. Também deverão ser fornecidos os certificados de produção, testes, performances dos equipamentos, inclusive certificados de compra e termos de garantia específicos. Todos documentos deverão ser encadernados de forma organizada e entregues formalmente ao DMAE.

Após a montagem dos equipamentos e sua colocação em funcionamento, o DMAE fará a inspeção para verificar as condições de sua aceitação. Para fins de aceitação de qualquer equipamento, o DMAE poderá exigir que o mesmo funcione sem apresentar problemas por um prazo de até trinta dias corridos. Neste período todos reparos necessários correrão por conta da ***Contratada***. A operação e manutenção de rotina poderão ser efetuadas pelo DMAE, sob a orientação da ***Contratada***.

Garantia dos equipamentos. Todos equipamentos deverão ser garantidos pela ***Contratada*** contra defeito de fabricação e mau funcionamento, por período de 1 ano, a partir de seu recebiment0o pelo DMAE.

Treinamento dos Empregados. A ***Contratada*** deverá fazer o treinamento aos empregados designados pelo DMAE para realizar a operação/manutenção do sistema. Todos processos e equipamentos utilizados na ETE deverão ter seu funcionamento, operação e manutenção detalhados para a equipe de técnicos designados pelo DMAE, através de treinamento específico. O treinamento deverá incluir material áudio visual e didático, devendo simular ocorrências e reproduzir, em escala real, os principais procedimentos de operação e manutenção nos equipamentos fornecidos. Os treinamentos deverão contar com pessoal de apoio dos fabricantes dos equipamentos, serem acompanhados dos respectivos manuais de operação e manutenção.

## *24 ASSISTÊNCIA TÉCNICA À PARTIDA E NA FASE INICIAL DE OPERAÇÃO*

A Contratada deverá prestar assistência técnica ao DMAE durante a partida da ETE e fase inicial de operação.

A partida será procedida após a conclusão das obras e dos testes de aceitação dos equipamentos, bem como após a conclusão das obras necessárias para condução dos esgotos até a ETE.

Durante a partida e fase inicial de operação, por um período de 120 (cento e vinte) dias, a Contratada manterá na obra, às suas expensas, pessoal especializado apto a prestar a assistência técnica, compreendendo, entre outros, os seguintes serviços:

- fornecimento de informações e esclarecimentos relativos a procedimentos de partida dos equipamentos.
- orientação e supervisão dos procedimentos e ajustes que se tornem necessários nos equipamentos durante a fase inicial de operação.
- elaboração de relatório final relativo ao desempenho operacional dos equipamentos, no período.